



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 12 118 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 12 118.7
㉑ Anmeldetag: 13. 3. 2000
㉒ Offenlegungstag: 9. 11. 2000

㉓ Int. Cl.7:
H 03 H 1/00
H 03 H 7/01
H 01 G 4/40
H 01 L 27/08
H 01 F 17/02

DE 100 12 118 A 1

③0 Unionspriorität:
066977/99 12. 03. 1999 JP

⑦1 Anmelder:
NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP

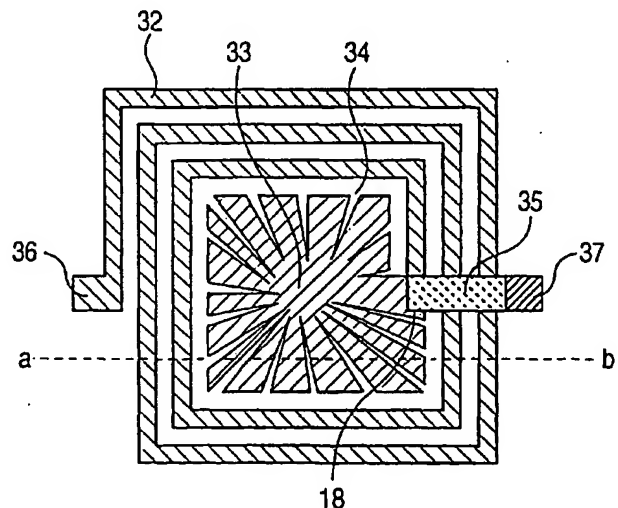
⑦4 Vertreter:
Glawe, Delfs, Moll & Partner, Patentanwälte, 80538
München

⑦2 Erfinder:
Matsuno, Noriaki, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung

⑤7 Eine Hochfrequenzschaltung wird aus einem Kondensator, der eine obere Elektrode mit radial darin ausgebildeten Schlitten aufweist, und einer Spiral-Induktionsspule gebildet, welche an einer Außenseite des Kondensators oder zum Überlappen des Kondensators angeordnet ist. Da ein Weg eines durch ein Magnetfeld der Spiral-Induktionsspule hervorgerufenen Wirbelstroms durch die in der oberen Elektrode des Kondensators ausgebildete Schlitten unterbrochen wird, tritt kein Wirbelstromverlust auf. Da der Wirbelstrom nicht auftritt, kann darüber hinaus ein durch einen Spiegeleffekt verursachtes Absinken der Induktivität verhindert werden.



DE 100 12 118 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung und genauer ausgedrückt eine Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung, die aus einer spiralförmig ausgebildeten Induktionsspule und einem MIM (Metall-Isolator-Metall)-Kondensator oder einem MIS (Metall-Isolator-Halbleiter)-Kondensator besteht.

Fig. 23 ist ein Schaltungsdiagramm, das eine äquivalente Schaltung einer bei einer hohen Frequenz verwandten Schaltungsvorrichtung zeigt. Diese Schaltung besteht aus einer Induktionsspule 1 und einem Kondensator 2. Wenn zum Beispiel angenommen wird, daß ein Anschluß 3 ein Eingang ist, ein Anschluß 4 ein Ausgang ist und ein Anschluß 5 geerdet ist, wird die Schaltung zu einem Tiefpaßfilter. Wenn alternativ angenommen wird, daß der Anschluß 3 geerdet ist, der Anschluß 5 ein Eingang ist und der Anschluß 4 ein Ausgang ist, wird die Schaltung zu einem Hochpaßfilter. Dieser Schaltungstyp findet breite Verwendung in einem Filter und in einer Impedanzwandlungsschaltung.

Fig. 24 ist ein Schaubild, das ein Beispiel einer Schaltungsvorrichtung zeigt, welche die in Fig. 23 gemäß dem Stand der Technik gezeigte äquivalente Schaltung darstellt. Diese Schaltungsvorrichtung umfaßt eine Spiral-Induktionsspule 6 und einen MIM-Kondensator 12 und hat einen solchen Aufbau, daß ein Spiralmittelteil eines Spiralleiters mit einer oberen Elektrode des MIM-Kondensators 12 durch eine Luftbrückenverbindung 11 und eine Vernetzung 10 verbunden ist. Ein Anschluß 9 ist mit einer unteren Elektrode des MIM-Kondensators 12 verbunden. Ein Anschluß 7 entspricht dem Anschluß 3 in Fig. 23. Ein Anschluß 8 entspricht dem Anschluß 4 in Fig. 23. Der Anschluß 9 entspricht dem Anschluß 5 in Fig. 23. In diesem Aufbau erfordert die Fläche der Schaltung eine Summe der Fläche der Spiral-Induktionsspule und der Fläche des MIM-Kondensators.

Fig. 25 ist ein Schaubild, das eine gemäß einem anderen Stand der Technik ausgebildete Spiral-Induktionsspule (inductor) zeigt. Ein eine Spirale bildender Leiter 13 ist nicht an einen Mittelpunkt der Spirale gewickelt, so daß ein leerer Raum 14 in der Mitte der Spirale bleibt. Bei dieser Anordnung wird eine negative gegenseitige Induktivität zwischen gegenüberliegenden Leiterteilen benachbart der Mitte der Spirale, zum Beispiel zwischen einem Teil 15 und einem Teil 16, verringert. Deshalb wird, wenn die Gesamtlänge des die Spirale bildenden Leiters 13 die gleiche ist, die Induktivität der Induktionsspule mit dem wie in Fig. 25 gezeigten leeren Raum 14 an ihrem Mittelteil größer als diejenige in der wie in Fig. 24 gezeigten spiralförmig in ihre Mitte gewickelten Induktionsspule. Da die Induktivität pro einer einheitlichen Leiterlänge vergrößert werden kann, erhöht sich nämlich der Gütefaktor des Leiters. Wenn die Induktivität jedoch die gleiche ist, wird die durch die Spiral-Induktionsspule besetzte Fläche groß wie die in dem in Fig. 24 gezeigten Stand der Technik.

Darüber hinaus wird im Falle der Bildung einer ähnlichen Schaltung auf einem elektrisch leitfähigen Siliciumsubstrat der Verlust der Schaltung aufgrund einer kapazitiven Kopplung zwischen dem Leiter der Spiral-Induktionsspule und dem Siliciumsubstrat groß.

Als ein Stand der Technik zum Verringern der Schaltungsfläche kann eine zum Beispiel in der Japanischen Patentanmeldungs-Vor-Prüfungs-Veröffentlichung Nr. JP-A-06-169064 offenbarte Technologie erläutert werden.

Fig. 26 ist ein Schaubild, das eine durch Verwendung der oben aufgeführten Technologie gebildete Schaltungsvor-

richtung zeigt. Diese Schaltung weist eine auf einem MIM-Kondensator 18 ausgebildete Spiral-Induktionsspule 17 auf und ein Spiral-Mitte-Seitenende 19 eines die Spirale bildenden Leiters ist mit einer oberen Elektrode des MIM-Kondensators verbunden. Anschlüsse 20 und 21 entsprechen dem Anschluß 3 bzw. dem Anschluß 4 in Fig. 23. Eine untere Elektrode des MIM-Kondensators entspricht dem Anschluß 5 in Fig. 23.

Fig. 27 ist eine Schnittansicht der in Fig. 26 gezeigten Schaltung. Die Spiral-Induktionsspule 17 besteht aus einem Leiter 22. Der MIM-Kondensator 18 besteht aus einer oberen Elektrode 23, einer Kondensatorisolatorschicht 25 und einer unteren Elektrode 26. Die Bezugsziffern 27 und 28 kennzeichnen ein dielektrisches Material. Der die Spirale bildende Leiter 22 und die obere Elektrode 23 des MIM-Kondensators 18 sind durch einen Durchgangslochkontakt 24 verbunden. Dieser Technologie zufolge kann die aus der Spiral-Induktionsspule 17 und dem MIM-Kondensator 18 bestehende Schaltung mit einer Fläche ausgebildet werden, die kleiner als diejenige im in Fig. 24 gezeigten Stand der Technik ist.

Die folgenden Probleme treten jedoch bei der in den Fig. 26 und 27 gezeigten und gemäß dem Stand der Technik gebildeten Schaltung auf. Fig. 28 ist eine Schaltung, die äquivalent zu der in den Fig. 26 und 27 gezeigten Schaltung ist. Die Bezugsziffer 29 kennzeichnet die Induktivität der Spiral-Induktionsspule 17 und die Bezugsziffer 30 kennzeichnet die Kapazität des MIM-Kondensators 18. Eine parasitäre Kapazität 31 besteht zwischen dem die Spirale bildenden Leiter 22 und der oberen Elektrode 23 des MIM-Kondensators 18. Diese wird zur Ursache für eine Verschlechterung der Merkmale der Schaltung. Wenn die Zwischenlagen-Isolatorschicht 28 keine ausreichende Dicke haben kann, wird darüber hinaus die Induktivität der Spiral-Induktionsspule 17 aufgrund eines Spiegeleffekts verringert.

Fig. 29 ist ein Kurvenbild, in dem die Induktivität einer Spiral-Induktionsspule mit einer äußeren Größe von $400 \mu\text{m}^2$ graphisch dargestellt ist, wobei die Abszissenachse eine dielektrische Materialdicke zwischen dem Spiralleiter und dem Masseleiter zum Darstellen eines Beispiels des Spiegeleffekts anzeigt. Es wird angenommen, daß das dielektrische Material SiO_2 ist. Es würde erkannt werden, daß, wenn die dielektrische Materialdicke nicht größer als $100 \mu\text{m}$ wird, die Induktivität abrupt aufgrund des Spiegeleffekts abfällt. Zum Verhindern des Spiegeleffekts bei der in Fig. 26 und 27 gezeigten, gemäß dem Stand der Technik gebildeten Schaltung, ist es nämlich erforderlich, daß die Dicke der dielektrischen Materialschicht 28 nicht geringer als ein Bruchteil der äußeren Größe der Spiral-Induktionsspule ausgeführt wird, typischerweise nicht geringer als $100 \mu\text{m}$.

Dies führt jedoch zu einer Erhöhung der Produktionskosten. Außerdem ist es in der Praxis schwierig, eine dicke dielektrische Materialschicht wie oben ausgeführt in einer MMIC (monolithic microwave integrated circuit; monolithisch integrierte Mikrowellenschaltung) unter Verwendung von Halbleitertechnologie zu bilden. Wenn andererseits die Dicke der dielektrischen Materialschicht 28 nicht vergrößert werden kann, wird, wenn die Anzahl von Windungen in der Spirale zum Kompensieren der durch den Spiegeleffekt verursachten Abnahme der Induktivität erhöht wird, die Schaltungsfläche vergrößert und die Produktionskosten werden auch erhöht. Um in diesem Zusammenhang die Verringerung der Induktivität zu kompensieren, wenn die Anzahl von Windungen in der Spirale erhöht wird oder wenn der die Spirale bildende Leiter verdünnt wird, erhöht sich ein parasitärer Widerstand des Leiters der Spirale mit dem Ergebnis, daß die Eigenschaften der Schaltung verschlechtert werden.

Wenn die den MIM-Kondensator bildenden Elektroden keine zufriedenstellende Dicke haben können, oder wenn der spezifische Widerstand des Elektrodenmaterials nicht zufriedenstellend niedrig ist, erfolgt darüber hinaus ein Wirbelstromverlust, der einen Energieverlust aufgrund eines Widerstandsverlustes eines in der Elektrode durch einen Magnetverlust verursachten Wirbelstroms zur Folge hat. Dies senkt den Gütefaktor der Induktionsspule und erhöht den Verlust in der Schaltung. Zum Verhindern dieses Nachteils ist es erforderlich, die dielektrische Materialschicht 28 ausreichend zu verdicken, um so den Abstand zwischen der Induktionsspule und dem MIM-Kondensator zu vergrößern, oder alternativ das den Kondensator bildende Elektrodenmaterial ausreichend zu verdicken, um den Widerstand zu verringern. Jeder dieser Ansätze wird jedoch zu einem die Produktionskosten erhöhenden Faktor.

Als ein ähnlicher Stand der Technik können Technologien erläutert werden, die in den Japanischen Patentanmeldungs-Vor-Prüfungs-Veröffentlichungen Nr. JP-A-06-085593 und JP-A-06-085544 offenbart sind. Diese Technologien leiden unter ähnlichen Problemen wie diejenigen von JP-A-06-169064.

Wie oben ausgeführt, tritt bei dem Stand der Technik, in dem die Spiral-Induktionsspule und der Kondensator Seite an Seite angeordnet sind, ein solches Problem auf, daß die große Fläche benötigt wird und die Produktionskosten erhöht werden. Im Falle, daß eine ähnliche Schaltung auf dem leitfähigen Siliciumsubstrat gebildet wird, wird der Verlust der Schaltung aufgrund der kapazitiven Kopplung zwischen dem Leiter der Spiral-Induktionsspule und dem Siliciumsubstrat groß.

Bei dem Stand der Technik, in dem die Spiral-Induktionsspule und der Kondensator angeordnet sind, um sich zu überlappen, tritt die parasitäre Kapazität zwischen der Spiral-Induktionsspule und der Elektrode des MIM-Kondensators auf und auch der Verlust nimmt aufgrund des Wirbelstromverlustes zu, wenn die dielektrische Schicht zwischen der Spiral-Induktionsspule und dem MIM-Kondensator keine ausreichende Dicke aufweist. Ein jedes dieser Probleme hat einen Abfall der Schaltungsleistung zur Folge. Außerdem sinkt die Induktivität aufgrund des Spiegeleffekts.

Wenn die Anzahl von Windungen in der Spirale erhöht wird, um diese Induktivitätsabnahme zu kompensieren, sinkt die Schaltungsleistung aufgrund eines erhöhten parasitären Widerstands, und die Produktionskosten steigen aufgrund einer vergrößerten Schaltungsfläche. Wenn alternativ der die Spirale bildende Leiter verdünnt wird, um die durch den Spiegeleffekt verursachte Verringerung der Induktivität zu kompensieren, sinkt die Schaltungsleistung auch aufgrund eines erhöhten parasitären Widerstands.

Um die oben genannten Probleme zu vermeiden, ist es erforderlich, die Dicke der Zwischenlagen-Isolatorschicht zwischen der Spiral-Induktionsspule und der Kondensatorelektrode auf mindestens 100 µm in einem typischen Beispiel zu erhöhen, und es ist weiter erforderlich, die Schichtdicke des Elektrodenmaterials ausreichend zu vergrößern, um so die Elektrode des MIM-Kondensators ausreichend zu verkleinern. Dies führt zu erhöhten Produktionskosten. Andererseits ist es schwierig, eine dicke Isolatorschicht in der MMIC zu bilden, die auf einem Halbleitersubstrat hergestellt wird.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

Es ist dementsprechend ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung zu schaffen, die die oben genannten Probleme überwunden hat.

Ein zweites Ziel der vorliegenden Erfindung besteht

darin, eine Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung zu schaffen, die die Schaltungsfläche ohne Erhöhung der Produktionskosten und ohne Senken der Schaltungsleistung verkleinern kann.

5 Eine Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Spiral-Induktionsspule und einen Kondensator, wobei die Spiral-Induktionsspule und der Kondensator einander überlappend angeordnet sind, oder der Kondensator in einem Raum an einer Mitte der Spiral-Induktionsspule angeordnet ist, oder alternativ der Kondensator angeordnet ist, um einem Mittelteil der Spiral-Induktionsspule zu überlappen, und Schlitze in einer Elektrode des Kondensators zum Verhindern eines Wirbelstromverlustes ausgebildet sind.

10 Die Spiral-Induktionsspule und der Kondensator mit den Schlitzen werden verbunden, indem ein Mitte-Seitenende der Spirale, ein äußeres Ende der Spirale oder ein Mittelteil der Spirale mit dem Kondensator verbunden wird.

Der die Elektrode mit darin ausgebildeten Schlitzen aufweisende Kondensator kann als ein MIM-Kondensator oder als ein MIS-Kondensator gebildet werden. Darüber hinaus kann mindestens eine von zwei Elektroden des Kondensators aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand gebildet werden oder kann mit einer laminierten Struktur ausgebildet werden, die aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand und einem Material mit einem niedrigen spezifischen Widerstand besteht, und eine aus dem Material mit dem hohen spezifischen Widerstand gebildete Schicht kann ohne Schlitz konstruiert werden.

30 Wenn der die Elektrode mit darin ausgebildeten Schlitzen aufweisende Kondensator als der MIS-Kondensator ausgebildet ist, wird eine der zwei Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Halbleiter gebildet, um eine Region niedrigen Widerstands mit einer hohen Verunreinigungskonzentration des n-Typs oder p-Typs, und eine Region hohen Widerstands aufzuweisen, die in Form von Schlitzen ausgebildet ist und eine niedrige Verunreinigungskonzentration des gleichen n-Typs oder p-Typs oder alternativ eines entgegengesetzten p-Typs oder n-Typs zum Verhindern von Wirbelstromverlust aufweist.

40 Zusätzlich kann eine von zwei Elektroden des Kondensators aus einem Silicium vom n-Typ oder p-Typ ausgebildet sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Draufsicht, die eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

50 Fig. 2 ist eine Schnittansicht, die die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 3 ist eine Draufsicht eines Kondensators in einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 ist eine Draufsicht, die die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

55 Fig. 5 ist eine Schnittansicht, die die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 6 ist ein äquivalentes Schaltungsbild der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 ist eine Draufsicht eines Kondensators in einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

60 Fig. 8 ist eine Draufsicht, die die dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 9 ist eine Schnittansicht, die die dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

65 Fig. 10 ist eine Draufsicht, die eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 11 ist eine Schnittansicht, die die vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 12 ist eine Draufsicht eines Kondensators in einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 ist eine Draufsicht, die die fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 14 ist eine Schnittansicht, die die fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 15 ist eine Draufsicht, die die sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 16 ist eine Schnittansicht, die die sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 17 ist eine Draufsicht, die eine siebte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 18 ist eine Schnittansicht, die die siebte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 19 ist eine Draufsicht, die eine achte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 20 ist eine Draufsicht, die eine neunte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 21 ist eine Draufsicht, die eine zehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 22 ist ein äquivalentes Schaltungsdiagramm der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 23 ist ein Schaubild, das eine Hochfrequenz-Schaltungsverrichtung darstellt, welche aus einer Induktionsspule und einem Kondensator besteht und auf die die vorliegende Erfindung angewendet wird;

Fig. 24 ist ein Schaubild, das eine Hochfrequenz-Schaltungsverrichtung gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Fig. 25 ist ein Schaubild, das eine Hochfrequenz-Schaltungsverrichtung gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Fig. 26 ist ein Schaubild, das eine Hochfrequenz-Schaltungsverrichtung gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Fig. 27 ist ein Schaubild, das eine Hochfrequenz-Schaltungsverrichtung gemäß dem Stand der Technik zeigt;

Fig. 28 ist ein Schaubild, das eine Hochfrequenz-Schaltungsverrichtung gemäß dem Stand der Technik zeigt; und

Fig. 29 ist ein den Spiegeleffekt darstellendes Schaubild.

Ausführungsformen

Die Fig. 1 und 2 stellen eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Fig. 1 ist eine Draufsicht der ersten Ausführungsform, und Fig. 2 ist eine Schnittstrukturansicht der ersten Ausführungsform. Diese Ausführungsform besteht aus einem Tiefpaßfilter, der eine Spiral-Induktionsspule 32 und einen MIM-Kondensator 33 aufweist. Die Spiral-Induktionsspule 32 und der MIM-Kondensator 33 sind miteinander an einem Mitte-Seitenende 18 der Spiral-Induktionsspule 32 verbunden. Schlitzte sind radial im MIM-Kondensator 33 ausgebildet. Das Mitte-Seitenende 18 der Spiral-Induktionsspule 32 wird durch eine Luftbrückenverbindung 35 herausgenommen. Ein Anschluß 36 ist ein Eingang und ein Anschluß 37 ist ein Ausgang.

In Fig. 2, die eine Schnittstruktur entlang der Linie a-b in Fig. 1 zeigt, wird die Spiral-Induktionsspule durch einen Leiter 38 dargestellt und der MIM-Kondensator 33 wird von einer oberen Elektrode 39, einer unteren Elektrode 41 und einer dielektrischen Schicht 42 gebildet. Die Bezugsziffer 43 bezeichnet ein dielektrisches Substrat. In der oberen Elektrode 39 und der unteren Elektrode 41 des MIM-Kondensators 33 ausgebildete Schlitzte 40 entsprechen den in Fig. 1 gezeigten Schlitzten 34. Durch die in den Elektroden des MIM-Kondensators 33 gebildeten radialen Schlitzte 34 wird ein Weg eines durch ein Magnetfeld der Spiral-Induktionsspule 32 hervorgerufenen Wirbelstroms mit dem Ergebnis unterbrochen, das kein Wirbelstromverlust erfolgt. Da der Wirbelstrom nicht auftritt, ist es außerdem möglich, den durch den Spiegeleffekt verursachten Abfall der Induk-

tivität zu verhindern. Da keine Elektrode des MIM-Kondensators unter der Spiral-Induktionsspule vorhanden ist, ist außerdem eine parasitäre Kapazität zwischen dem Leiter der Spiral-Induktionsspule und der oberen Elektrode des MIM-Kondensators klein. Bei Beachtung der Spiral-Induktionsspule 32 existiert darüber hinaus ein leerer Raum in dem Mittelbereich der Spiral-Induktionsspule, da der MIM-Kondensator an einem Mittelbereich der Spiral-Induktionsspule angeordnet ist, und folglich wird eine negative gegenseitige Induktivität zwischen gegenüberliegenden Leiterteilen mit dem Ergebnis minimiert, daß der Gütefaktor des Leiters ansteigt.

Beim Vergleich dieser Ausführungsform mit dem Beispiel, bei dem die Spiral-Induktionsspule gemäß dem in Fig. 25 gezeigten Stand der Technik verwendet wird, wird die besetzte Fläche der Schaltung um die Fläche des MIM-Kondensators verkleinert. Darüber hinaus erfolgt im Vergleich zu der Schaltungsvorrichtung gemäß dem in den Fig. 26 und 27 gezeigten Stand der Technik weder der Wirbelstromverlust noch der Spiegeleffekt, und da die parasitäre Kapazität zwischen der Induktionsspule und dem MIM-Kondensator klein ist, wird die Schaltungsleistung erhöht. Zusätzlich können verglichen mit der Schaltungsvorrichtung gemäß dem in den Fig. 26 und 27 gezeigten Stand der Technik, bei dem die Dicke der dielektrischen Schicht 28 zwischen der Spirale und der oberen Elektrode des MIM-Kondensators verdickt ist, die Produktionskosten gesenkt werden, da die dicke dielektrische Schicht nicht mehr benötigt wird.

In der oben genannten Ausführungsform ist der Kondensator in einem an der Mitte der Spiral-Induktionsspule positionierten Raum angeordnet, die Spiral-Induktionsspule und der Kondensator mit den Schlitzten können jedoch einander überlappend ausgebildet werden. In diesem Fall tritt eine parasitäre Kapazität zwischen der Spirale und der Elektrode des Kondensators auf, aber der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt können aufgrund der in den Elektroden des Kondensators ausgebildeten Schlitzte unterdrückt werden. Dementsprechend kann die besetzte Fläche kleiner als diejenige in der Schaltung gemäß dem in Fig. 23 gezeigten Stand der Technik gemacht werden. Und, da der Wirbelstromverlust nicht auftritt und der Spiegeleffekt im Vergleich zu der Schaltungsvorrichtung gemäß dem in den Fig. 26 und 27 gezeigten Stand der Technik unterdrückt wird, kann die Schaltungsleistung erhöht werden. Außerdem können im Vergleich zu der Schaltungsvorrichtung gemäß dem in den Fig. 26 und 27 gezeigten Stand der Technik, bei dem die Dicke der dielektrischen Schicht 28 zwischen der Spirale und der oberen Elektrode des MIM-Kondensators verdickt ist, die Produktionskosten verringert werden, da die dicke dielektrische Schicht nicht mehr erforderlich ist.

Die Fig. 3 bis 6 zeigen eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 3 ist eine Draufsicht eines Kondensators und Fig. 4 ist eine Draufsicht einer Spiral-Induktionsspule, die zum Überlappen des Kondensators angeordnet ist. Fig. 5 ist eine Schnittstrukturansicht, und Fig. 6 ist ein äquivalentes Schaltungsdiagramm.

In Fig. 3 besteht der Kondensator aus einem MOS-Kondensator mit einer MOS-Struktur, und radiale Schlitzte sind in einer oberen Elektrode 44 ausgebildet. Wie in Fig. 4 gezeigt, sind der MOS-Kondensator und eine Spiral-Induktionsspule 45 durch Verbinden der Spiral-Induktionsspule mit einer oberen Elektrode des MOS-Kondensators benachbart der Mitte der Spiral-Induktionsspule 45 verbunden. In dieser Ausführungsform sind zwei Windungen der Spiral-Induktionsspule beginnend von dem Mitte-Seitenende der Spirale angeordnet, um den MOS-Kondensator zu überlappen. Durch die in der oberen Elektrode des MOS-Kondensators ausgebildeten Schlitzte wird ein Weg eines Wirbelstroms

in der oberen Elektrode unterbrochen.

Fig. 5 zeigt die Schnittansicht. Ein Leiter 49 der Spiral-Induktionsspule ist ausgebildet, um eine obere Elektrode 50 des MOS-Kondensators zu überlappen, und sie sind durch einen Durchgangslochkontakt 51 miteinander verbunden. Die Bezugsziffer 53 kennzeichnet eine dielektrische Kondensatorschicht, und die Bezugsziffer 54 kennzeichnet ein Siliciumsubstrat. Der MOS-Kondensator wird von der oberen Elektrode 50, der dielektrischen Kondensatorschicht 53 und dem Siliciumsubstrat 54 gebildet. Da das die untere Elektrode bildende Siliciumsubstrat keinen Schlitz zum Unterbrechen des Wirbelstroms aufweist, existiert ein Weg des Wirbelstroms, aber der Einfluß desselben ist geringer als derjenige in der oberen Elektrode.

Außerdem besteht eine Hauptursache für den Verlust in der Spiral-Induktionsspule auf dem Siliciumsubstrat darin, daß, da eine parasitäre Kapazität zwischen dem Leiter der Induktionsspule und dem Siliciumsubstrat vorliegt, diese parasitäre Kapazität durch einen Widerstand des Siliciumsubstrat geladen und entladen wird. In der in Fig. 4 gezeigten Struktur ist die Nachbarschaft der Mitte der Spirale durch die obere Elektrode 46 des MOS-Kondensators von dem Siliciumsubstrat isoliert. Eine äquivalente Schaltung der in Fig. 4 gezeigten Struktur wird wie in Fig. 6 gezeigt.

In Fig. 6 kennzeichnet die Bezugsziffer 55 die Induktivität der Spiral-Induktionsspule und die Bezugsziffer 59 kennzeichnet den MOS-Kondensator. Außerdem zeigt die Bezugsziffer 56 eine parasitäre Kapazität zwischen einem äußeren Teil der Spirale und dem Siliciumsubstrat. Eine Parallelverbindung eines Widerstands 60 und eines Kondensators 61 zeigt das Siliciumsubstrat an. Die Bezugsziffer 57 kennzeichnet eine parasitäre Kapazität zwischen einem Mittelteil der Spirale und der oberen Elektrode des MOS-Kondensators.

Ein Potential der oberen Elektrode des MOS-Kondensators ist das gleiche wie das eines Anschlusses 62. Dementsprechend ist ein Spiral-Mittelteil des die Spirale bildenden Leiters nahe dem Potential des Anschlusses 62. Andererseits ist das Potential der oberen Elektrode des MOS-Kondensators nahe dem Potential des Anschlusses 62. Deshalb ist eine elektrische Ladungsmenge, die in der parasitären Kapazität 57 zwischen dem Leiter des Spiral-Mittelteils und der oberen Elektrode des MOS-Kondensators geladen und entladen wird, klein. Dementsprechend kann die parasitäre Kapazität in dem Mittelteil der Spirale offensichtlich ignoriert werden.

Daher ist es dieser Ausführungsform zufolge möglich, die Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung mit einer höheren Leistung als der des Standes der Technik herzustellen, wobei eine kleinere Fläche als die im Stand der Technik besetzt wird. Ein zum Realisieren dieser Struktur erforderlicher Herstellungsprozeß kann ein konventioneller Prozeß zur Bildung von Doppelschichtvernetzung sein und deshalb werden die Produktionskosten wenig erhöht.

Die Fig. 7 bis 9 zeigen eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 7 ist eine Draufsicht eines Kondensators und Fig. 8 ist eine Draufsicht einer Spiral-Induktionsspule, die zum Überlappen des Kondensators angeordnet ist. Fig. 9 ist eine Schnittstrukturansicht.

In Fig. 7 besteht der Kondensator aus einem MOS-Kondensator und Schlitz 65 sind radial in einer oberen Elektrode 63 des Kondensators ausgebildet. Der Kondensator ist durch einen Herausführungsteil 64 mit einer externen Schaltung verbunden. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, ist eine über dem MOS-Kondensator gebildete Spiral-Induktionsspule 66 mit einer oberen Elektrode des MOS-Kondensators benachbart der Mitte der Spiral-Induktionsspule 66 verbunden und an Herausführungsteilen 67 und 68 mit einer externen Schaltung verbunden.

tion verbunden.

Fig. 9 zeigt eine Schnittansicht. In dieser Ausführungsform ist die Spiral-Induktionsspule aus einem Aluminiumleiter 69 gebildet, und die obere Elektrode des MOS-Kondensators weist eine zweischichtige Struktur auf, die aus einem Aluminiumleiter 70 und einer WSi-Schicht 71 besteht, welche als ein Gate eines MOSFET verwendet wird. Eine dielektrische Kondensatorschicht ist aus einer Oxidschicht 74 gebildet, die durch einen Prozeß ähnlich dem Prozeß zum Bilden einer Gate-Oxidschicht gebildet wird. Die Bezugsziffer 73 kennzeichnet eine Zwischenlagen-Isolatorschicht, und die Bezugsziffer 72 zeigt eine Passivierungsschicht. Ein Substrat ist aus Si gebildet und weist eine p-Typ-Epitaxieschicht 76 einer niedrigen Konzentration auf, die auf einem p-Typ-Substrat 77 hoher Konzentration gebildet ist.

Eine untere Elektrode besteht aus einer p-Typ-Region 75 hoher Konzentration, die in der Epitaxieschicht 76 durch Dotieren einer hohen Konzentration von Akzeptoren gebildet wird. Schlitz 78 sind in den die obere Elektrode bildenden Schichten 70 und 71 ausgebildet. In der p-Typ-Region 75 hoher Konzentration, welche die untere Elektrode darstellt, ist eine Region 76, in der keine hohe Konzentration von Akzeptoren dotiert ist, in Form von Schlitzen vorgesehen. Als ein Ergebnis stellt diese Region eine p-Typ-Region niedriger Konzentration dar. Das Siliciumsubstrat ist geerdet.

In der oben genannten Struktur werden der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt, da ein Weg eines in der oberen Elektrode des MOS-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms durch die p-Typ-Region 76 niedriger Konzentration in Form von Schlitzen mit hohem Widerstand unterbrochen wird. Außerdem werden durch die obere Elektrode des MOS-Kondensators die Spiral-Induktionsspule und das Si-Substrat voneinander mit dem Ergebnis isoliert, daß der Verlust der Spiral-Induktionsspule minimiert wird.

Die Fig. 10 und 11 zeigen eine vierte Ausführungsform der Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung. Fig. 10 ist eine Draufsicht der vierten Ausführungsform und Fig. 11 ist eine Schnittstrukturansicht.

Diese Ausführungsform umfaßt eine Spiral-Induktionsspule 79 und einen MOS-Kondensator. Der MOS-Kondensator ist an einem Mittelbereich der Spiral-Induktionsspule 79 ausgebildet. Die Spiral-Induktionsspule 79 ist an einem Mittelteil 18 der Spiral-Induktionsspule mit einer oberen Elektrode 80 des MOS-Kondensators verbunden. Radiale Schlitz 81 sind in der oberen Elektrode 80 des MOS-Kondensators ausgebildet. Herausführungselektroden 83 und 84 sind mit einer externen Schaltung verbunden. Die Bezugsziffer 82 kennzeichnet eine Verbindung, die eine Verbindung zwischen dem Mittelteil der Spirale und der Herausführungselektrode 84 herstellt.

Fig. 11 zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie a-b in Fig. 10. Die Spiral-Induktionsspule wird von einem Aluminiumleiter 85 gebildet. Die obere Elektrode des MOS-Kondensators hat eine zweischichtige Struktur, die aus einem Aluminiumleiter 86 und einer Polysiliciumschicht 89 besteht, welche als ein Gate eines MOSFET verwendet wird. Eine dielektrische Kondensatorschicht ist aus einer Oxidschicht 90 gebildet, die durch einen Prozeß ähnlich einem Prozeß zum Bilden einer Gate-Oxidschicht gebildet wird. Die Bezugsziffer 88 kennzeichnet eine Zwischenlagen-Isolatorschicht und die Bezugsziffer 87 zeigt eine Passivierungsschicht.

Eine untere Elektrode wird durch Verwendung eines p-Typ-Siliciumsubstrats 91 gebildet. Das Siliciumsubstrat 91 ist geerdet. Bei der oben genannten Struktur werden der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt, da ein Weg eines in der oberen Elektrode des MOS-Kondensa-

tors hervorgerufenen Wirbelstroms unterbrochen wird. Außerdem kann eine parasitäre Kapazität zwischen dem MOS-Kondensator und der Spiral-Induktionsspule minimiert werden, da kein MOS-Kondensator unter der Spiral-Induktionsspule vorhanden ist.

Die Fig. 12 bis 14 zeigen eine fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 12 ist eine Draufsicht eines Kondensators und Fig. 13 ist eine Draufsicht einer Spiral-Induktionsspule, die zum Überlappen des Kondensators angeordnet ist. Fig. 14 ist eine Schnittstrukturansicht.

In Fig. 12 besteht der Kondensator aus einem MOS-Struktur aufweisenden MOS-Kondensator und radiale Schlitze sind in einer oberen Elektrode 93 des Kondensators ausgebildet. Ein Weg eines Wirbelstroms in der oberen Elektrode wird durch diese Schlitze unterbrochen. Wie in Fig. 13 gezeigt, wird eine Verbindung zwischen der Spiral-Induktionsspule 94 und dem MOS-Kondensator hergestellt, indem die Spiral-Induktionsspule mit der oberen Elektrode 93 des MOS-Kondensators benachbart der Mitte der Spiral-Induktionsspule 94 verbunden wird.

In dieser Ausführungsform sind zwei vom Mitte-Seitenende der Spirale beginnende Windungen der Spiral-Induktionsspule zum Überlappen des MOS-Kondensators angeordnet, und der äußere Teil der Spiral-Induktionsspule ist an einer Außenseite des MOS-Kondensators positioniert. Die Spiral-Induktionsspule 94 ist mit dem MOS-Kondensator 95 an einem Mittelteil der Spiral-Induktionsspule verbunden. Herausführungselektroden 96 und 97 sind mit einer externen Schaltung verbunden.

In Fig. 14 ist die Spiral-Induktionsspule aus einem Aluminiumleiter 98 gebildet. Die obere Elektrode des MOS-Kondensators ist aus einem Aluminiumleiter 99 gebildet, und Schlitze 100 sind in der oberen Elektrode ausgebildet. Eine dielektrische Kondensatorschicht ist aus einer Oxidschicht 102 gebildet, die durch einen Prozeß ähnlich einem Prozeß zum Bilden einer Gate-Oxidschicht gebildet wird. Ein Substrat ist aus einem p-Typ-Siliciumsubstrat gebildet und weist eine p-Typ-Epitaxieschicht 151 niedriger Konzentration auf, die auf einem p-Typ-Substrat 103 einer hohen Konzentration gebildet ist.

Eine untere Elektrode besteht aus einer p-Typ-Region 150 hoher Konzentration, die in der Epitaxieschicht 151 durch Dotieren einer hohen Konzentration von Akzeptoren ausgebildet wird. In der p-Typ-Region 150 hoher Konzentration, welche die untere Elektrode darstellt, ist eine Region 151, in der keine hohe Konzentration von Akzeptoren dotiert ist, in Form von Schlitzen vorgesehen. Als ein Ergebnis stellt diese Region eine p-Typ-Region niedriger Konzentration dar. Das Siliciumsubstrat ist geerdet.

In der oben genannten Struktur werden der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt, da ein Weg eines in der oberen Elektrode und der unteren Elektrode des MOS-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms durch die Schlitze unterbrochen wird. Außerdem kann eine effektive parasitäre Kapazität in diesen Bereich minimiert werden, da ein Teil der Spiral-Induktionsspule 94, der ein Potential ähnlich demjenigen der oberen Elektrode des MOS-Kondensators annimmt, über der oberen Elektrode 95 des MOS-Kondensators angeordnet ist. Andererseits kann eine parasitäre Kapazität zwischen dem MOS-Kondensator und der Spiral-Induktionsspule in diesem Bereich minimiert werden, da ein Teil der Spiral-Induktionsspule, der ein bedeutend anderes Potential als das der oberen Elektrode des MOS-Kondensators annimmt, nicht über der oberen Elektrode 95 des MOS-Kondensators angeordnet ist.

Welche Struktur der oben genannten Ausführungsformen die hervorragendsten Schaltungsmerkmale aufweist, hängt übrigens von einer charakteristischen Impedanz einer mit ei-

nem Anschluß der Schaltung verbundenen externen Schaltung, der verwendeten Frequenz, einem spezifischen Widerstand des Siliciumsubstrats, etc. ab.

Wenn die Aufmerksamkeit beispielsweise auf den spezifischen Widerstand des Siliciumsubstrats gerichtet wird, sind, wenn der spezifische Widerstand relativ niedrig ist, der Ladungs- und Entladungsstrom der parasitären Kapazität zwischen dem Siliciumsubstrat und der Spiral-Induktionsspule und ein durch den Widerstand des Siliciumsubstrats gegebener Widerstand relativ klein. In diesem Fall ist die Ausführungsform bevorzugt, in der der MOS-Kondensator an einem Mittelbereich der Spirale angeordnet ist, so daß die parasitäre Kapazität zwischen der Spirale und der oberen Elektrode des MOS-Kondensators klein wird.

Andererseits werden, wenn der spezifische Widerstand des Siliciumsubstrats relativ hoch ist, der Ladungs- und Entladungsstrom der parasitären Kapazität zwischen dem Siliciumsubstrat und der Spiral-Induktionsspule und der durch den Widerstand des Siliciumsubstrats gegebene Widerstand relativ groß. In diesem Fall ist die Ausführungsform bevorzugt, in der die Spiral-Induktionsspule über dem MOS-Kondensator gebildet ist, so daß das Siliciumsubstrat und die Spiral-Induktionsspule voneinander isoliert sind.

Außerdem ist, wenn der spezifische Widerstand des Siliciumsubstrats einen mittlere Wert hat, die Ausführungsform bevorzugt, in der nur ein mit dem MOS-Kondensator verbundener Mittelteil der Spiral-Induktionsspule zum Überlappen des MOS-Kondensators ausgebildet ist.

Die Fig. 15 und 16 illustrieren eine sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 15 ist eine Draufsicht und Fig. 16 ist eine Schnittansicht.

Diese Ausführungsform umfaßt eine Spiral-Induktionsspule 105 und einen MOS-Kondensator 106. Der MOS-Kondensator 106 ist in einem Mittelbereich der Spiral-Induktionsspule 106 ausgebildet. Die Spiral-Induktionsspule 105 ist mit dem MOS-Kondensator 106 an einem Mittelteil der Spiral-Induktionsspule verbunden. Radiale Schlitze 107 sind in der oberen Elektrode 106 des MOS-Kondensators gebildet. Herausführungselektroden 104 und 109 sind mit einer externen Schaltung verbunden. Die Bezugsziffer 108 kennzeichnet eine Vernetzung, die eine Verbindung zwischen dem Mittelteil der Spirale und der Herausführungselektrode 109 herstellt.

Fig. 16 zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie a-b in Fig. 15. Die Spiral-Induktionsspule ist aus einem Aluminiumleiter 110 gebildet. Die obere Elektrode des MOS-Kondensators hat eine zweischichtige Struktur, die aus einem Aluminiumleiter 111 und einer Polysiliciumschicht 112 besteht, welche als ein Gate eines MOSFET verwendet wird. In der Polysiliciumschicht 112 ist kein Schlitz ausgebildet. Eine dielektrische Kondensatorschicht ist aus einer Oxidschicht 115 gebildet, die durch einen Prozeß ähnlich einem Prozeß zum Bilden einer Gate-Oxidschicht gebildet wird. Die Bezugsziffer 114 kennzeichnet eine Zwischenlagen-Isolatorschicht, und die Bezugsziffer 113 zeigt eine Passivierungsschicht. Eine untere Elektrode wird durch Verwendung eines p-Typ-Siliciumsubstrats 116 gebildet. Das Siliciumsubstrat ist geerdet.

Bei der oben genannten Struktur existiert ein Weg eines Wirbelstroms in der Polysiliciumschicht 112, da die Polysiliciumschicht 112 jedoch einen hohen spezifischen Widerstand hat und eine geringe Dicke aufweist, ist der Wirbelstromverlust unbedeutend klein. Bei der oben genannten Struktur wird ein Weg eines in der oberen Elektrode des MOS-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms unterbrochen, so daß der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt werden.

Außerdem kann die Größe des MOS-Kondensators ver-

ringert werden, da eine Fläche der in der Aluminiumleerschicht der oberen Elektrode gebildeten Schlitzes als der MOS-Kondensator verwendet werden kann. Weiter kann eine parasitäre Kapazität zwischen dem MOS-Kondensator und der Spiral-Induktionsspule minimiert werden, da keine Elektrode des MOS-Kondensators unter der Spiral-Induktionsspule vorhanden ist.

Die Fig. 17 und 18 illustrieren eine siebte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 17 ist eine Draufsicht und Fig. 18 ist eine Schnittstrukturansicht.

Diese Ausführungsform umfaßt eine Spiral-Induktionsspule 119 und einen MIM-Kondensator 120. Der MIM-Kondensator 120 ist in einem Mittelbereich der Spiral-Induktionsspule 119 ausgebildet. Die Spiral-Induktionsspule 119 ist mit dem MIM-Kondensator 120 an einem Mittelteil der Spiral-Induktionsspule verbunden. Radiale Schlitzes 121 sind in den Elektroden des MIM-Kondensators 120 ausgebildet. Herausführungselektroden 118 und 123 sind mit einer externen Schaltung verbunden. Die Bezugsziffer 122 kennzeichnet eine Vernetzung, die eine Verbindung zwischen dem Mittelteil der Spirale und der Herausführungselektrode 123 herstellt.

Fig. 18 zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie a-b in Fig. 17. Die Spiral-Induktionsspule ist aus einem Kaltleiter 124 gebildet. Die obere Elektrode des MIM-Kondensators hat eine zweischichtige Struktur, die aus einem Goldleiter 125 und einer Wolframschicht 126 besteht. Die untere Elektrode ist aus einem Goldleiter 127 gebildet. Schlitzes 133 sind sowohl in der oberen Elektrode als auch der unteren Elektrode ausgebildet. Die Bezugsziffer 130 kennzeichnet eine dielektrische Kondensatorschicht, und die Bezugsziffern 129 und 131 zeigen eine Zwischenlagen-Isolatorschicht an. Die Bezugsziffer 128 zeigt eine Passivierungsschicht und die Bezugsziffer 132 bezeichnet ein dielektrisches Substrat.

Bei der oben genannten Struktur werden der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt, da ein Weg eines in den Elektroden des MIM-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms unterbrochen wird. Da außerdem kein MIM-Kondensator unter der Spiral-Induktionsspule vorhanden ist, kann eine parasitäre Kapazität zwischen dem MIM-Kondensator und der Spiral-Induktionsspule minimiert werden.

Fig. 19 ist eine Draufsicht der Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung, die eine achte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Diese Ausführungsform umfaßt eine Spiral-Induktionsspule 135 und einen MIM-Kondensator 136. Der MIM-Kondensator 136 ist in einem Mittelbereich der Spiral-Induktionsspule 135 ausgebildet. Die Spiral-Induktionsspule 135 ist an einem Mittelteil der Spiral-Induktionsspule mit dem MIM-Kondensator 136 verbunden.

Schlitzes 137 sind in Elektroden des MIM-Kondensators 136 ausgebildet. Diese Schlitzes sind nur aus vertikalen Linien und horizontalen Linien gebildet, um das Layout einfach zu machen. Herausführungselektroden 134 und 139 sind mit einer externen Schaltung verbunden. Die Bezugsziffer 138 kennzeichnet eine Zwischenverbindung, die den Mittelteil der Spirale und die Herausführungselektrode 139 verbindet.

Bei der oben genannten Struktur werden der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt, da ein Weg eines in den Elektroden des MIM-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms unterbrochen wird. Da außerdem kein MIM-Kondensator unter der Spiral-Induktionsspule vorhanden ist, kann eine parasitäre Kapazität zwischen dem MIM-Kondensator und der Spiral-Induktionsspule minimiert werden. Außerdem ist die Erzeugung des Layouts einfach, da die Schlitzes nur aus orthogonalen geraden Mustern gebildet

werden.

Fig. 20 ist eine Draufsicht der Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung, die eine neunte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Diese Ausführungsform wird auf einem Siliciumsubstrat durch Verwendung eines Prozesses zur Bildung einer dreischichtigen Aluminiumvernetzung hergestellt. Eine Spiral-Induktionsspule 140 wird aus einer obersten Ebene der Aluminiumvernetzung ausgebildet. Eine obere Elektrode eines MOS-Kondensators 141 wird aus der obersten Ebene der Aluminiumvernetzung gebildet und radiale Schlitzes werden in der obersten Elektrode gebildet. Die Spiral-Induktionsspule 140 und der MOS-Kondensator 141 sind miteinander an einer mit der Bezugsziffer 142 gekennzeichneten Stelle verbunden, welche ein peripheres Ende der Spiral-Induktionsspule darstellt.

Eine untere Elektrode des MOS-Kondensators wird aus p-Typ-Silicium hoher Konzentration gebildet, und den Schlitzes der oberen Elektrode entsprechende Teile der unteren Elektrode sind aus einem n-Typ-Silicium gebildet. Diese n-Typ-Siliciumregionen wirken, um einen Weg eines Wirbelstroms zu unterbrechen. Die untere Elektrode ist durch ein p-Typ-Siliciumsubstrat geerdet.

Die Spiral-Induktionsspule 140 ist über dem MOS-Kondensator 141 ausgebildet. Herausführungselektroden 143 und 144 sind mit einer externen Schaltung verbunden. Die Herausführungselektrode 144 dieser Herausführungselektroden ist aus einer Zwischenebene der Aluminiumvernetzung gebildet, und bildet einen Herausführungsteil zum Herausführen von dem Mittelteil der Spirale zu der externen Schaltung.

Bei der oben genannten Struktur werden der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt, da ein Weg eines in den Elektroden des MOS-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms unterbrochen wird. Da die Spiral-Induktionsspule und das Si-Substrat voneinander durch die obere Elektrode des MOS-Kondensators isoliert sind, kann darüber hinaus der Verlust der Spiral-Induktionsspule minimiert werden.

Fig. 21 ist eine Draufsicht der Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung, die eine zehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Diese Ausführungsform wird auf einem dielektrischen Substrat durch Verwendung eines Prozesses zur Bildung einer vierschichtigen Vernetzung hergestellt. Eine Spiral-Induktionsspule 145 wird aus einer obersten Ebene einer Vernetzungsschicht gebildet. Elektroden eines MIM-Kondensators 146 werden aus einer untersten Ebene der Vernetzungsschicht und einer Vernetzungsschicht direkt über der untersten Ebene der Vernetzungsschicht gebildet, und radiale Schlitzes werden in den Elektroden ausgebildet. Eine untere Elektrode wird durch ein Durchgangsloch geerdet. Die Spiral-Induktionsspule 145 wird über dem MIM-Kondensator 146 ausgebildet.

Die Spiral-Induktionsspule 145 und der MIM-Kondensator 146 sind an einer durch die Bezugsziffer 147 gekennzeichneten Stelle miteinander verbunden, welche einen Mittelteil der Spiral-Induktionsspule darstellt. Herausführungselektroden 148 und 149 sind mit einer externen Schaltung verbunden. Die Herausführungselektrode 149 dieser Herausführungselektroden wird aus einer Vernetzungsschicht gebildet, die eine zweite Schicht gezählt von der obersten Schicht darstellt, und bildet einen Herausführungsteil zum Herausführen von dem Mittelteil der Spirale zu der externen Schaltung. Diese Schaltungsvorrichtung bildet nämlich eine durch die äquivalente Schaltung von Fig. 22 gezeigte Schaltung. Bei der oben genannten Struktur werden der Wirbelstromverlust und der Spiegeleffekt unterdrückt, da ein Weg eines in den Elektroden des MIM-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms unterbrochen wird.

Übrigens ist die vorliegende Erfindung in keiner Weise auf die oben aufgeführten Ausführungsform begrenzt und es muß nicht erwähnt werden, daß die vorliegende Erfindung durch jeden der anliegenden Patentansprüche definiert ist.

Wie oben erwähnt wird, in einer aus einer Kombination aus einer Spiral-Induktionsspule und einem MIM-Kondensator bestehenden Hochfrequenzschaltung, da die Schlitze in der den MIM-Kondensator gemäß der vorliegenden Erfindung bildenden Elektrode ausgebildet sind, ein Weg eines in der Elektrode des MIM-Kondensators hervorgerufenen Wirbelstroms mit dem Ergebnis unterbrochen, daß es möglich ist, eine Hochfrequenzschaltung mit kleiner Größe, geringem Verlust und niedrigen Kosten ohne Notwendigkeit einer großen Fläche zu realisieren.

Patentansprüche

1. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung, die eine spiralförmig ausgebildete Induktionsspule und einen auf einem Substrat ausgebildeten Kondensator umfaßt, wobei die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule und der Kondensator angeordnet sind, um sich gegenseitig zu überlappen, und Schlitze zum Verhindern eines Wirbelstromverlustes in mindestens einer von zwei gegenüberliegenden Elektroden des Kondensators gebildet sind.
2. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der ein Mitte-Seitenende einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist.
3. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der ein äußeres Ende einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist.
4. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der ein Mittelteil einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist.
5. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der Kondensator von einem MIM-Kondensator gebildet wird.
6. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der Kondensator von einem MIS-Kondensator gebildet wird.
7. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand oder einer gestapelten Struktur gebildet wird, die aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand und einem Material mit einem niedrigen spezifischen Widerstand besteht, wobei kein Schlitz in einer Schicht ausgebildet ist, die aus dem Material mit dem hohen spezifischen Widerstand gebildet ist.
8. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 7, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Halbleiter gebildet wird und eine Region in Form von Schlitzen aufweist, die eine niedrige Verunreinigungskonzentration des gleichen n-Typs oder p-Typs wie demjenigen eines Elektrodenanteils aufweisen, und die in einer Region niedrigen Widerstands mit einer hohen Verunreinigungskonzentration des n-Typ- oder p-Typ-Halbleiters ausgebildet sind, um den Wirbelstromverlust zu verhindern.
9. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 7, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus ei-

nem n-Typ- oder p-Typ-Halbleiter gebildet wird und eine Region in Form von Schlitzen aufweist, die eine niedrige Verunreinigungskonzentration eines p-Typs oder n-Typs umgekehrt zu demjenigen eines Elektrodenanteils aufweisen, und die in einer Region niedrigen Widerstands mit einer hohen Verunreinigungskonzentration des n-Typ- oder p-Typ-Halbleiters ausgebildet sind, um den Wirbelstromverlust zu verhindern.

10. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 7 bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Silizium gebildet ist.

11. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung, die eine spiralförmig ausgebildete Induktionsspule und einen auf einem Substrat ausgebildeten Kondensator umfaßt, wobei der Kondensator in einem Raum an einem Mittelteil der spiralförmig ausgebildeten Induktionsspule angeordnet ist, und Schlitze zum Verhindern eines Wirbelstroms in wenigstens einer der beiden gegenüberliegenden Elektroden des Kondensators ausgebildet sind.

12. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 11, bei der ein Mitte-Seitenende einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist.

13. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 11, bei der ein äußeres Ende einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist.

14. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 11, bei der ein Mittelteil einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist.

15. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei der der Kondensator von einem MIM-Kondensator gebildet wird.

16. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei der der Kondensator von einem MIS-Kondensator gebildet wird.

17. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand oder einer gestapelten Struktur gebildet wird, die aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand und einem Material mit einem niedrigen spezifischen Widerstand besteht, wobei kein Schlitz in einer Schicht ausgebildet ist, die aus dem Material mit dem hohen spezifischen Widerstand gebildet ist.

18. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14 und 16 bis 17, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Halbleiter gebildet wird und eine Region in Form von Schlitzen aufweist, die eine niedrige Verunreinigungskonzentration des gleichen n-Typs oder p-Typs wie demjenigen eines Elektrodenanteils aufweisen und die in einer Region niedrigen Widerstands mit einer hohen Verunreinigungskonzentration des n-Typ- oder p-Typ-Halbleiters ausgebildet sind, um den Wirbelstromverlust zu verhindern.

19. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14 und 16 bis 17, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Halbleiter gebildet wird und eine Region in Form von Schlitzen aufweist, die eine niedrige Verunreinigungskonzentration eines p-Typs oder n-Typs umgekehrt zu demjenigen eines Elektrodenanteils aufweisen und die in einer Region niedrigen Widerstands mit einer hohen Verunreinigungskonzen-

tration des n-Typ- oder p-Typ-Halbleiters ausgebildet sind, um den Wirbelstromverlust zu verhindern.

20. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14 und 16 bis 17 bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Silicium gebildet ist. 5

21. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung, die eine spiralförmig ausgebildete Induktionsspule und einen auf einem Substrat ausgebildeten Kondensator umfaßt, wobei ein Mittelteil der spiralförmig ausgebildeten Induktionsspule zum Überlappen des Kondensators ausgebildet ist, und Schlitze zum Verhindern der Bildung eines Wirbelstromverlustes in mindestens einer der beiden gegenüberliegenden Elektroden des Kondensators ausgebildet sind. 10 15

22. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 21, bei der ein Mitte-Seitenende einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist.

23. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 21, bei der ein äußeres Ende einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist. 20

24. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 21, bei der ein Mittelteil einer Spirale eines die spiralförmig ausgebildete Induktionsspule bildenden Leiters mit dem Kondensator verbunden ist. 25

25. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, bei der der Kondensator von einem MIM-Kondensator gebildet wird. 30

26. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, bei der der Kondensator von einem MIS-Kondensator gebildet wird.

27. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand oder einer gestapelten Struktur gebildet wird, die aus einem Material mit einem hohen spezifischen Widerstand und einem Material mit einem niedrigen spezifischen Widerstand besteht, wobei kein Schlitz in einer Schicht ausgebildet ist, die aus dem Material mit dem hohen spezifischen Widerstand gebildet ist. 40

28. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24 und 26 bis 27, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Halbleiter gebildet wird und eine Region in Form von Schlitzen aufweist, die eine niedrige Verunreinigungskonzentration des gleichen n-Typs oder p-Typs wie demjenigen eines Elektrodenanteils aufweisen, und die in einer Region niedrigen Widerstands mit einer hohen Verunreinigungskonzentration des n-Typ- oder p-Typ-Halbleiters ausgebildet sind, um den Wirbelstromverlust zu verhindern. 45 50

29. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24 und 26 bis 27, bei der mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus einem n-Typ- oder p-Typ-Halbleiter gebildet wird und eine Region in Form von Schlitzen aufweist, die eine niedrige Verunreinigungskonzentration eines p-Typs oder n-Typs umgekehrt zu demjenigen eines Elektrodenanteils aufweisen, und die in einer Region niedrigen Widerstands mit einer hohen Verunreinigungskonzentration des n-Typ- oder p-Typ-Halbleiters ausgebildet sind, um den Wirbelstromverlust zu verhindern. 55 60 65

30. Hochfrequenz-Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24 und 26 bis 27 bei dem mindestens eine der beiden Elektroden des Kondensators aus

einem n-Typ- oder p-Typ-Silicium gebildet ist.

Hierzu 20 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

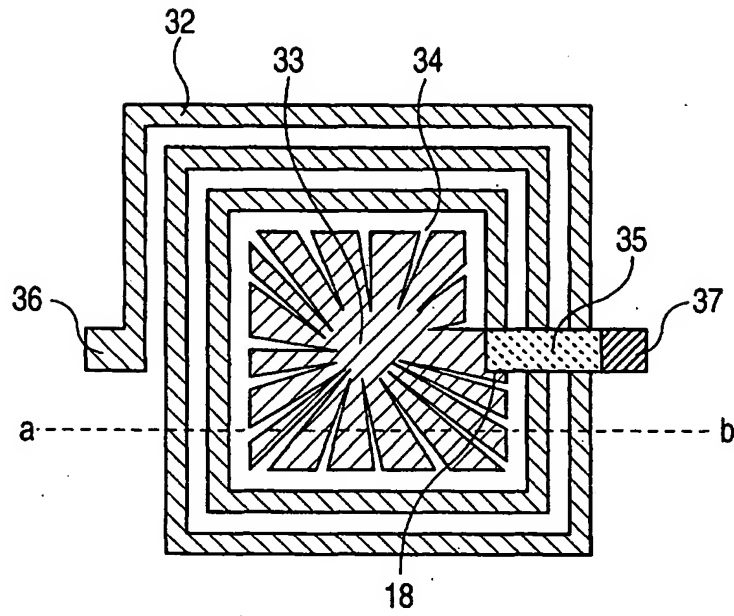


Fig. 3

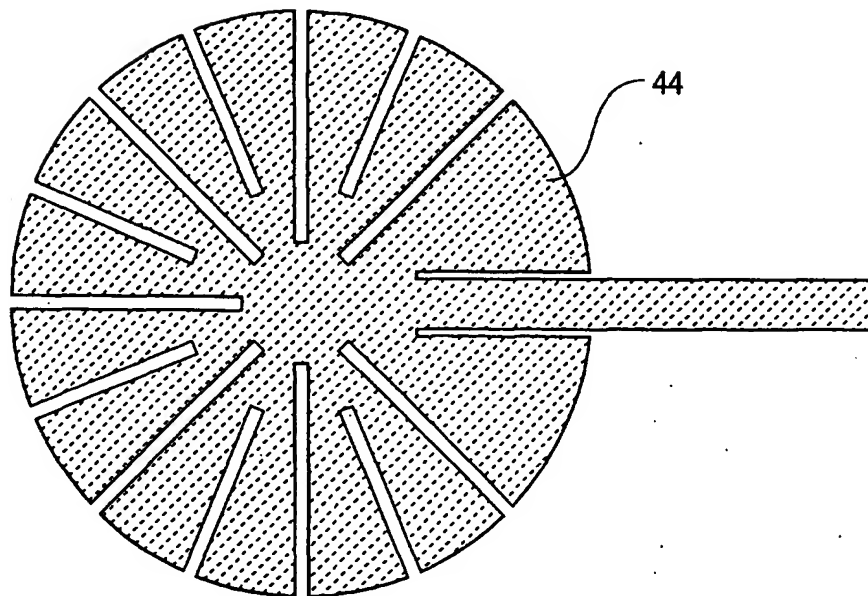
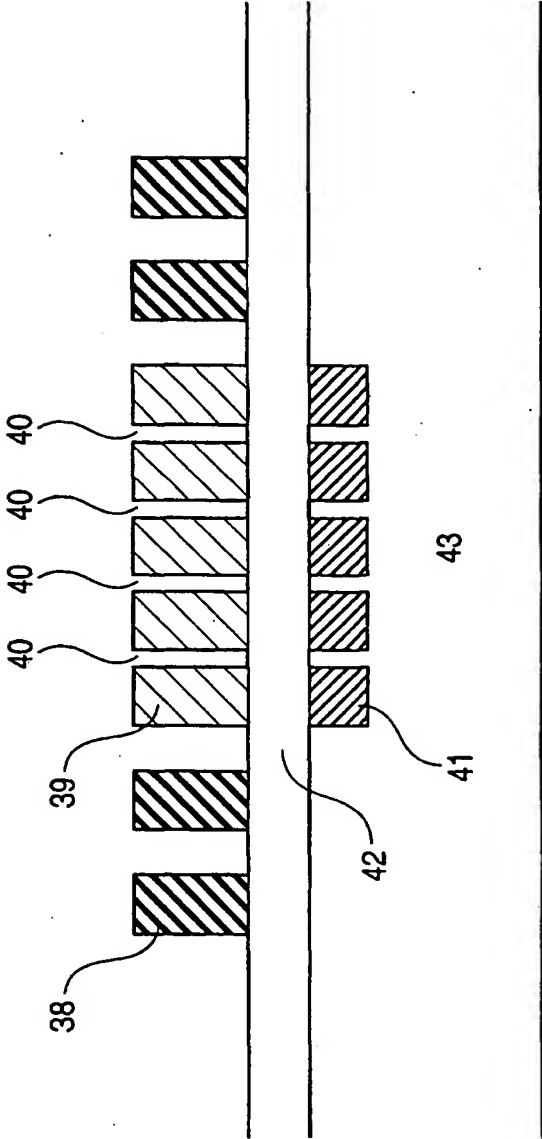


Fig. 2



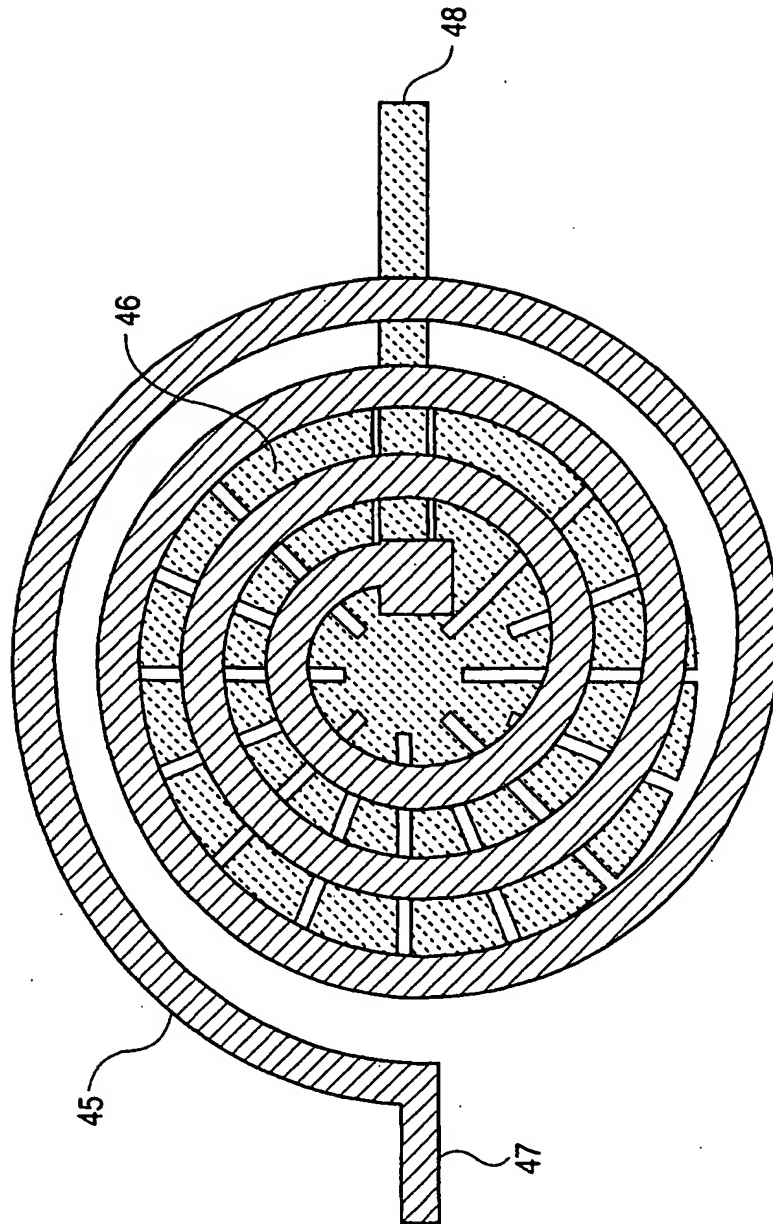


Fig. 4

Fig. 5

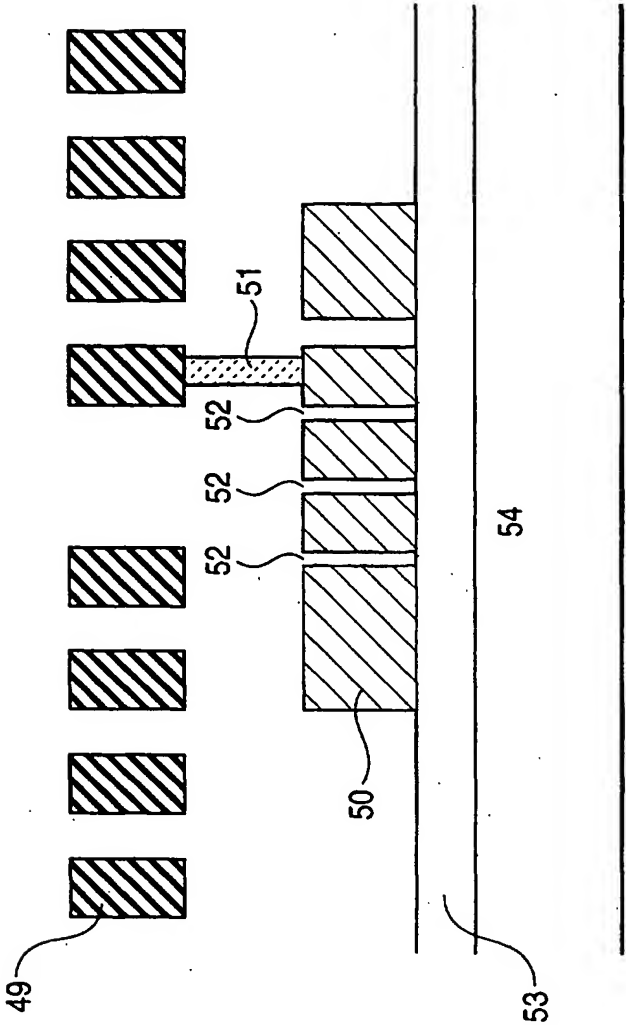


Fig. 6

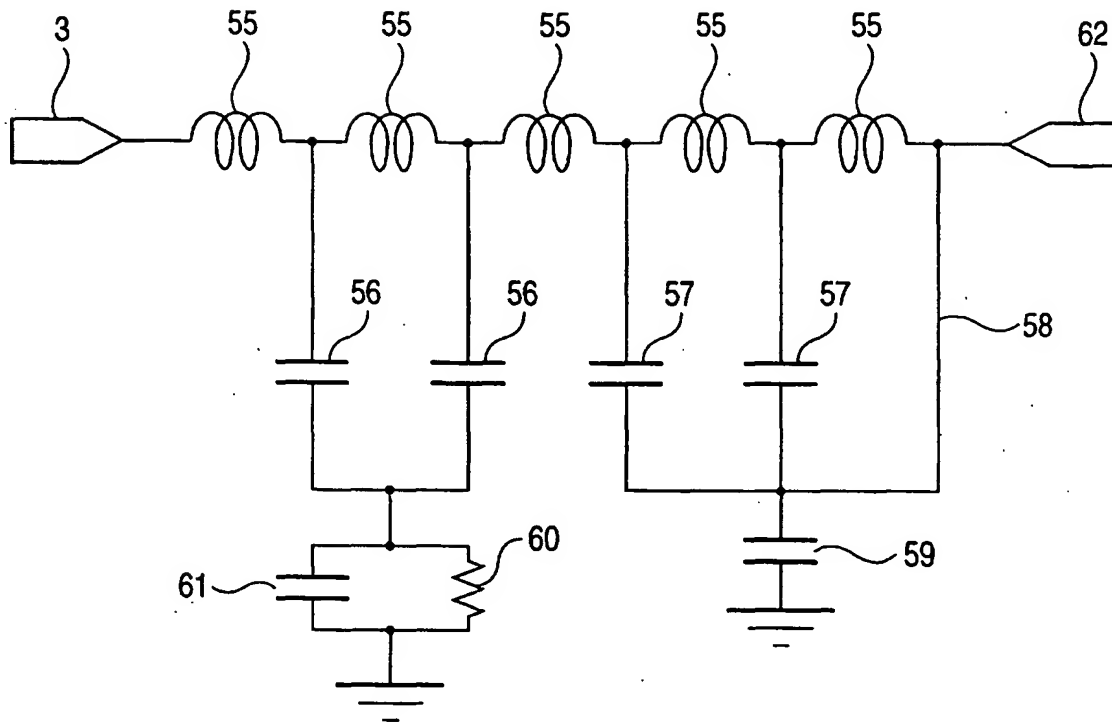


Fig. 7

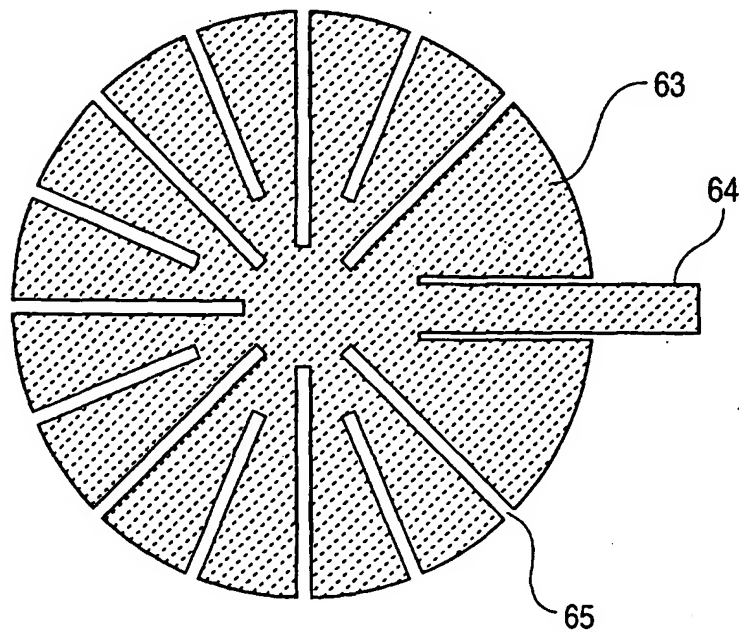


Fig. 8

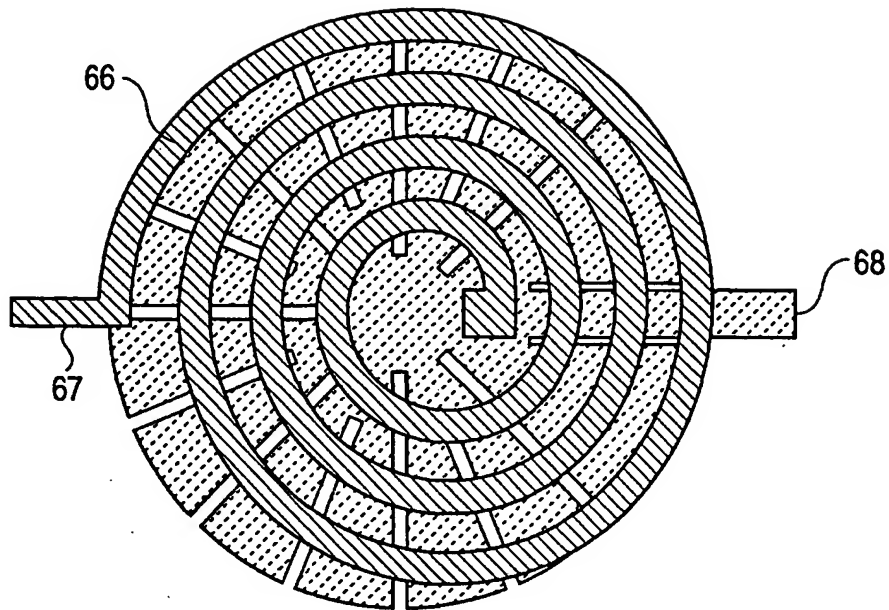


Fig. 10

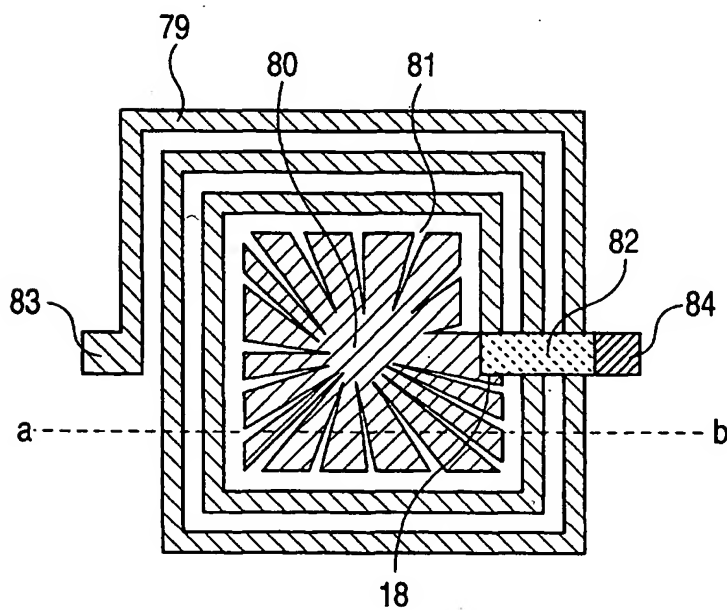


Fig. 9

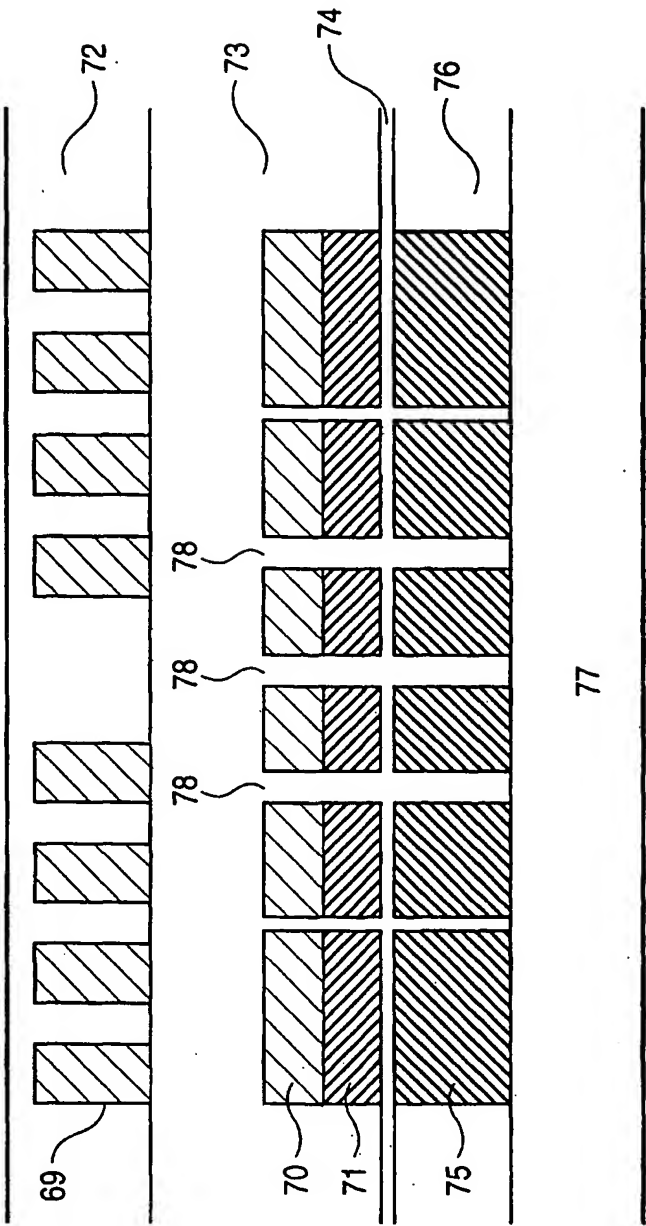


Fig. 11

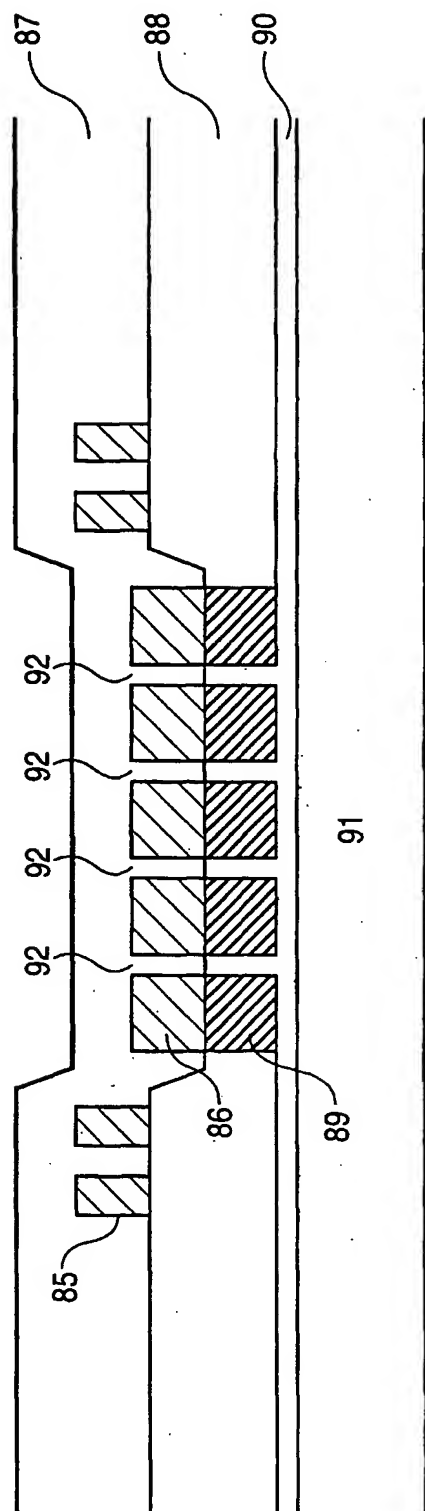


Fig. 12

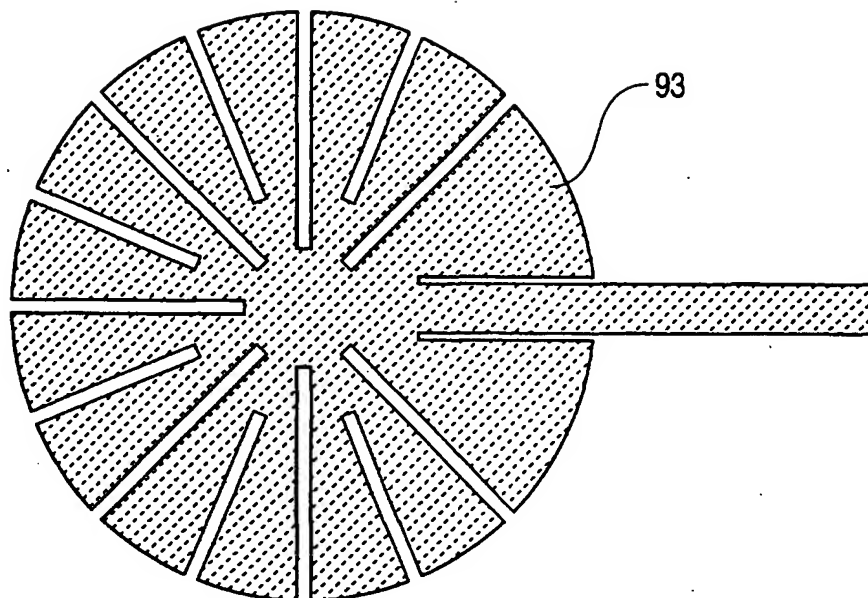
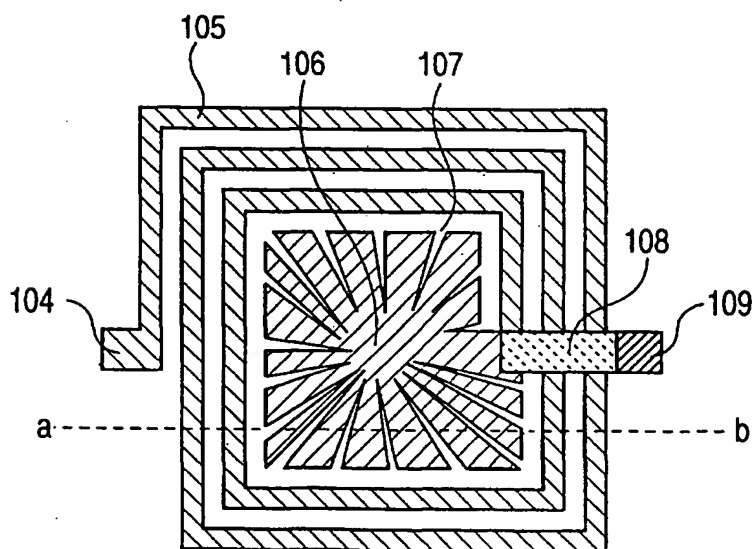


Fig. 15



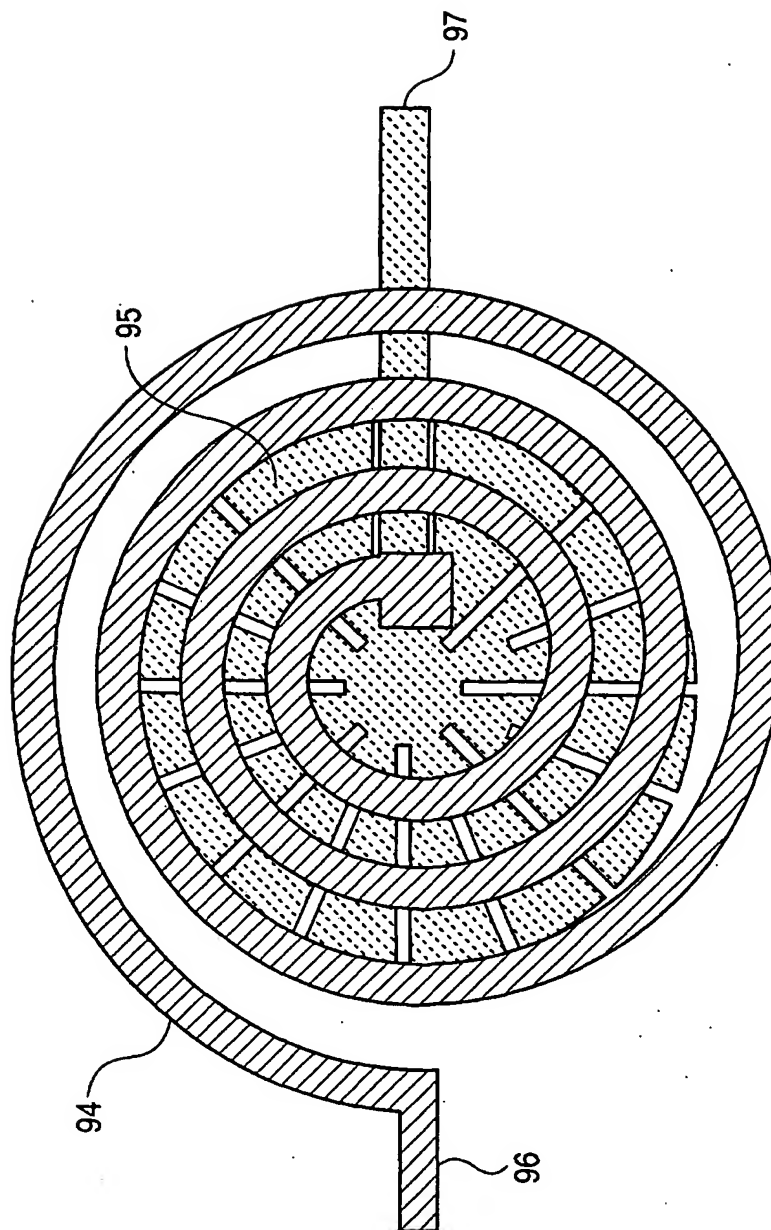


Fig. 13

Fig. 14

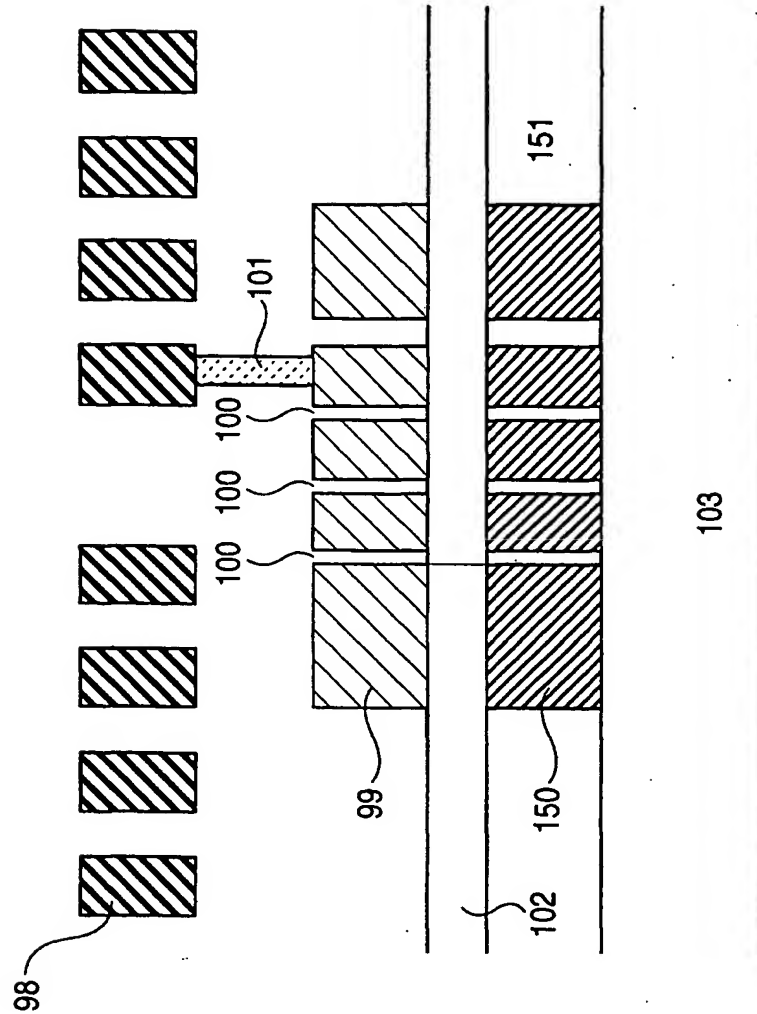


Fig. 16

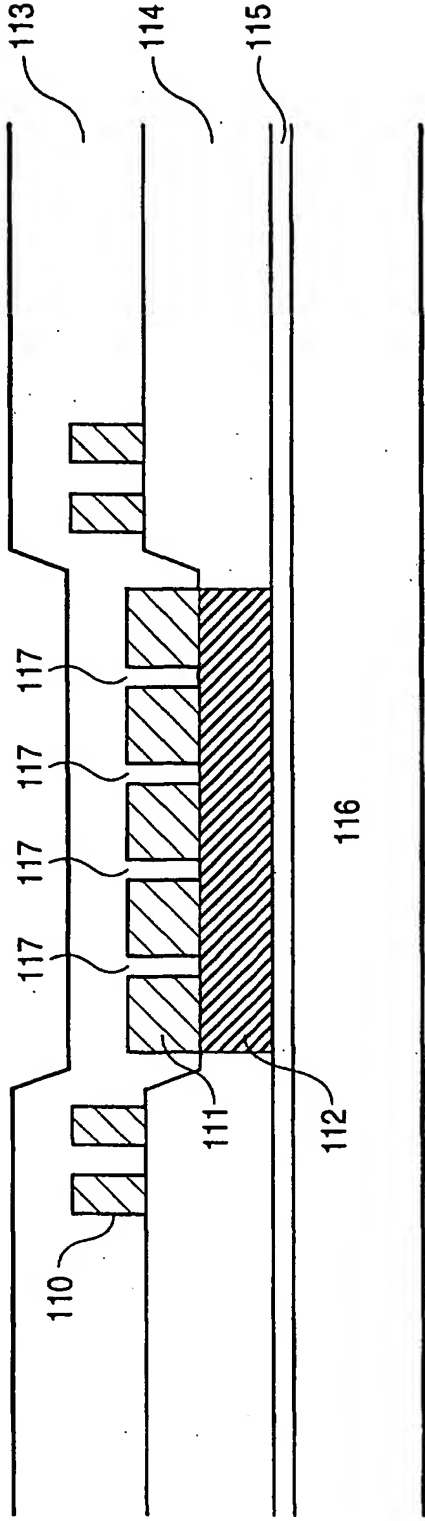


Fig. 17

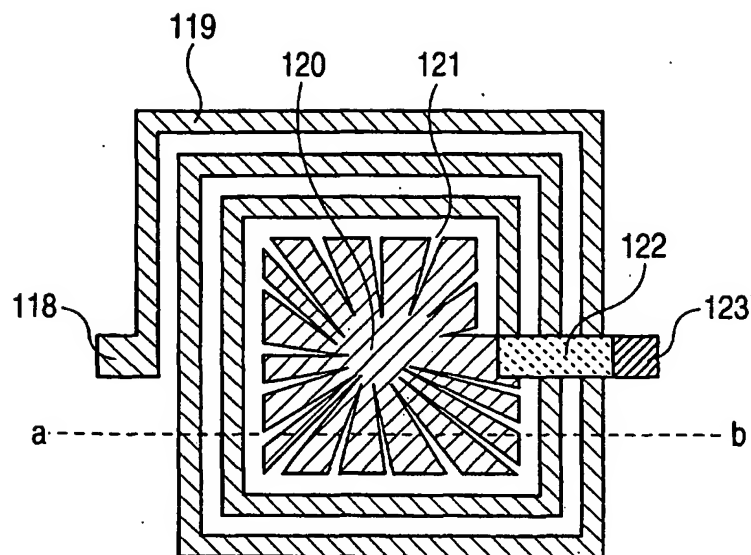


Fig. 19

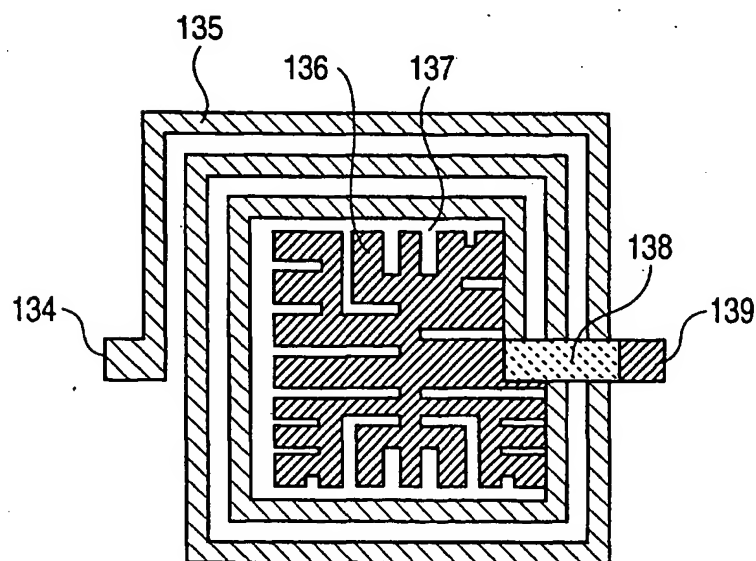


Fig. 18

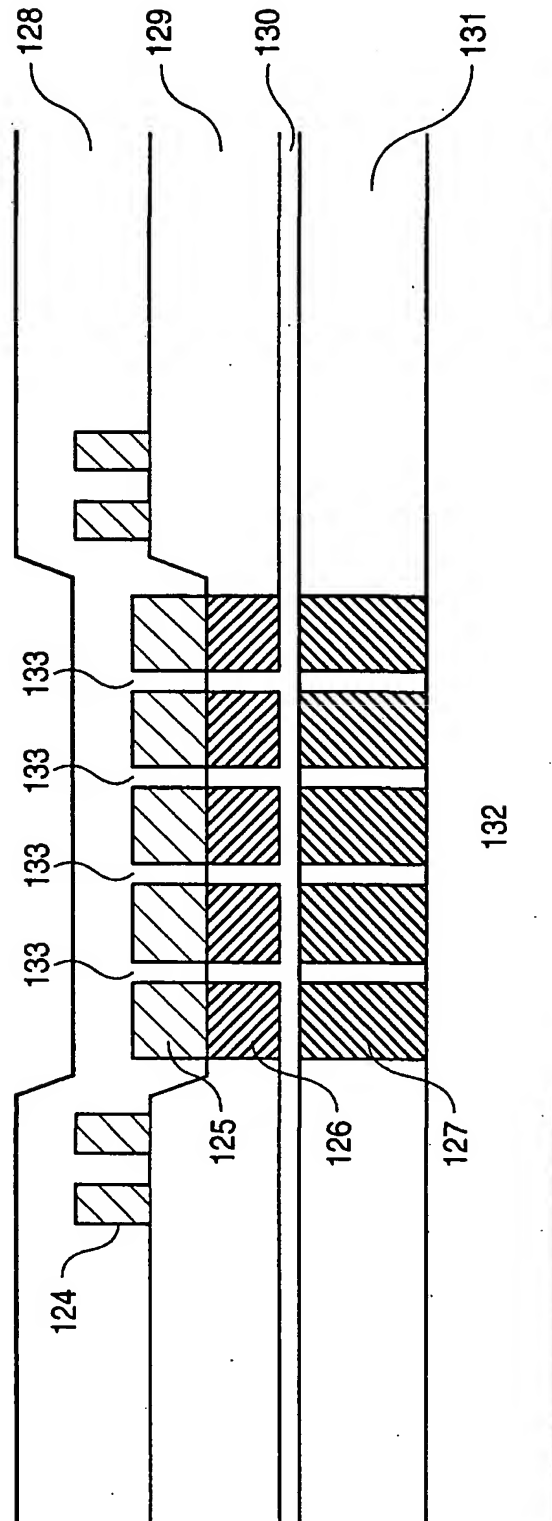


Fig. 20

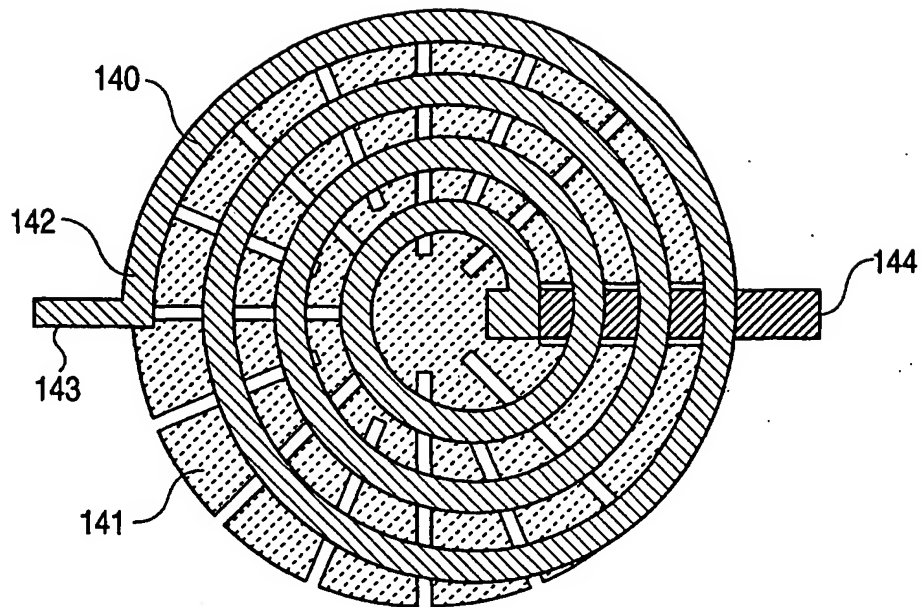


Fig. 21

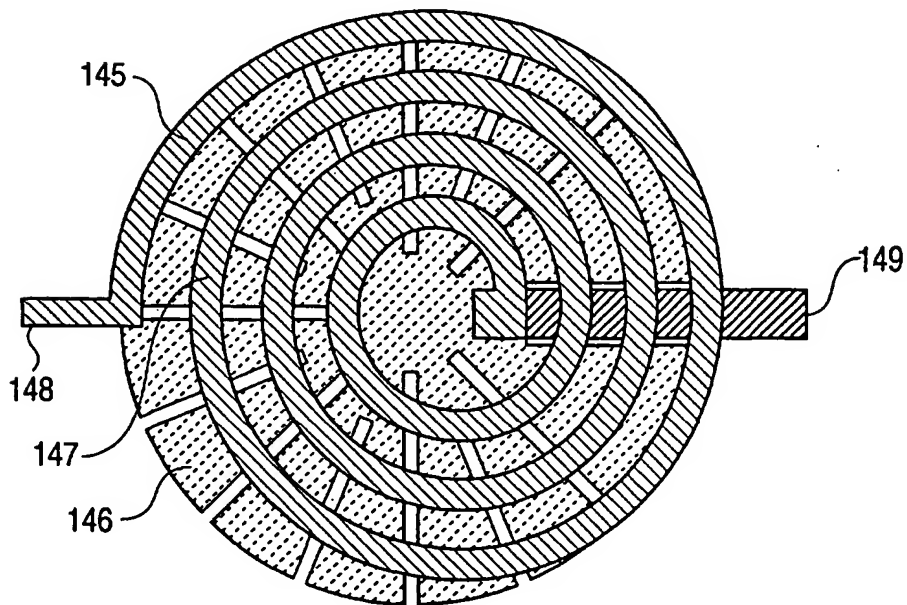


Fig. 22

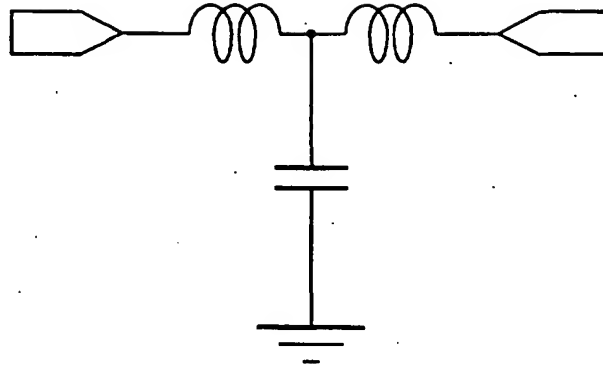


Fig. 23

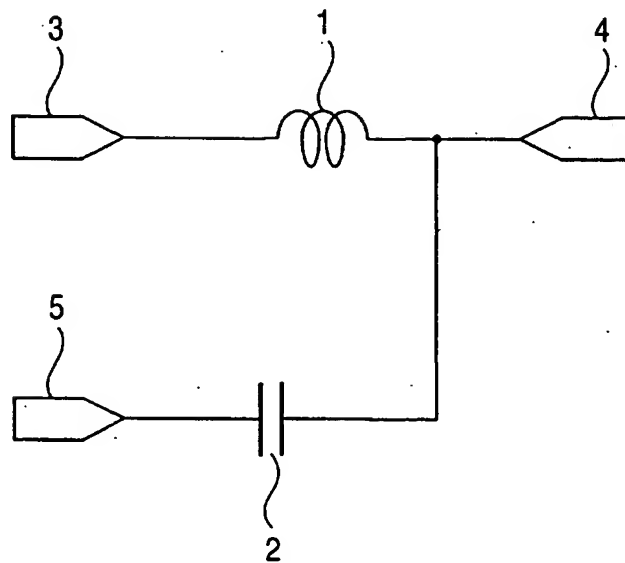


Fig. 24

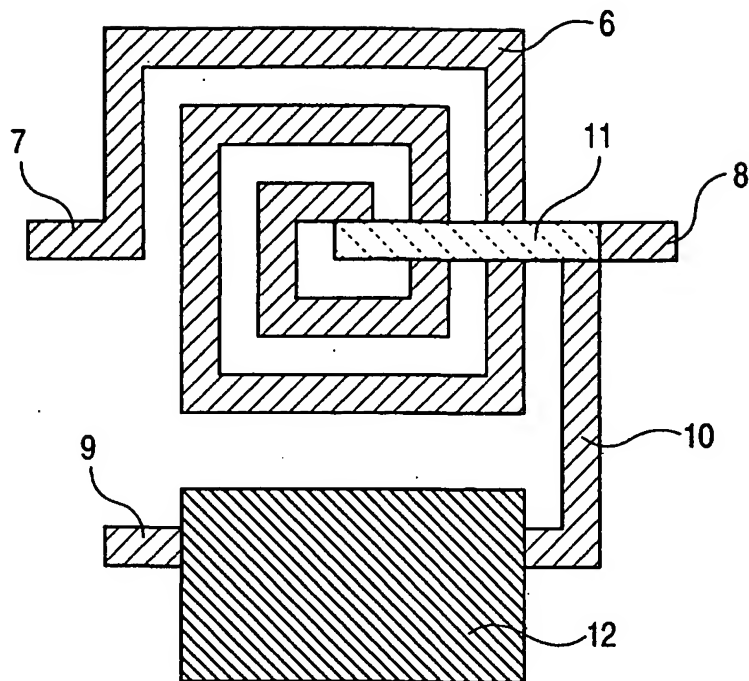


Fig. 25

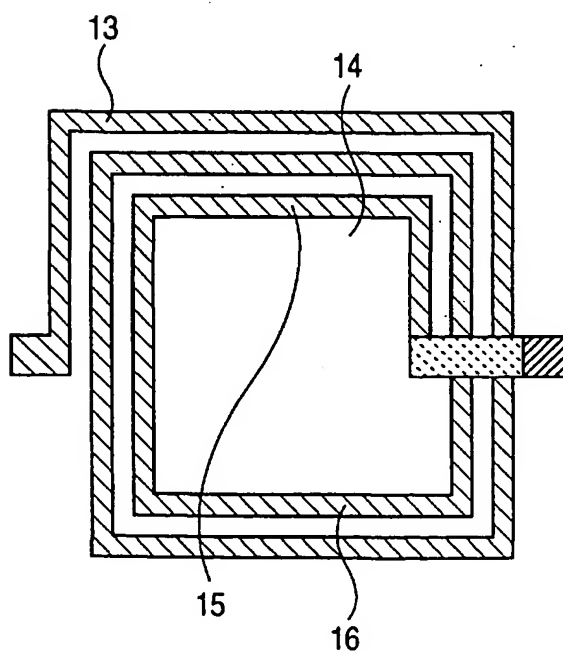


Fig. 26

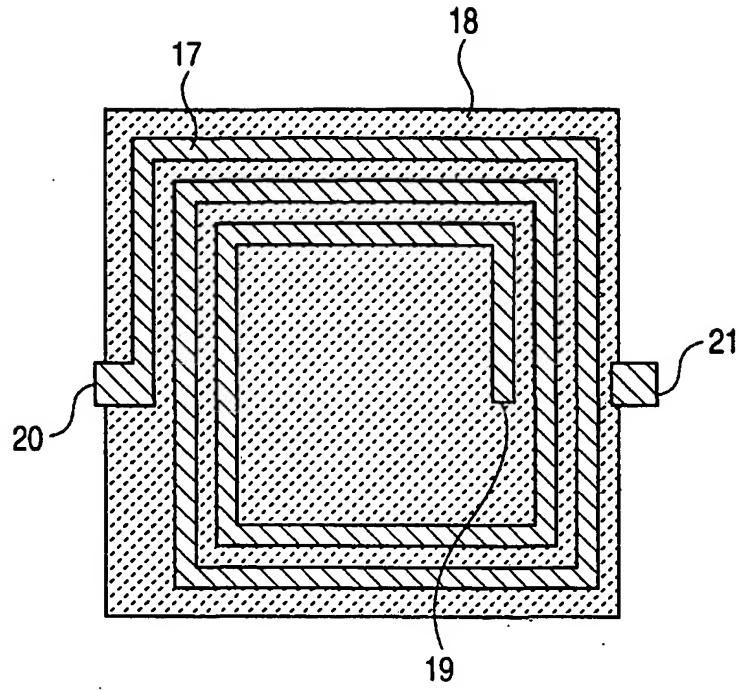


Fig. 28

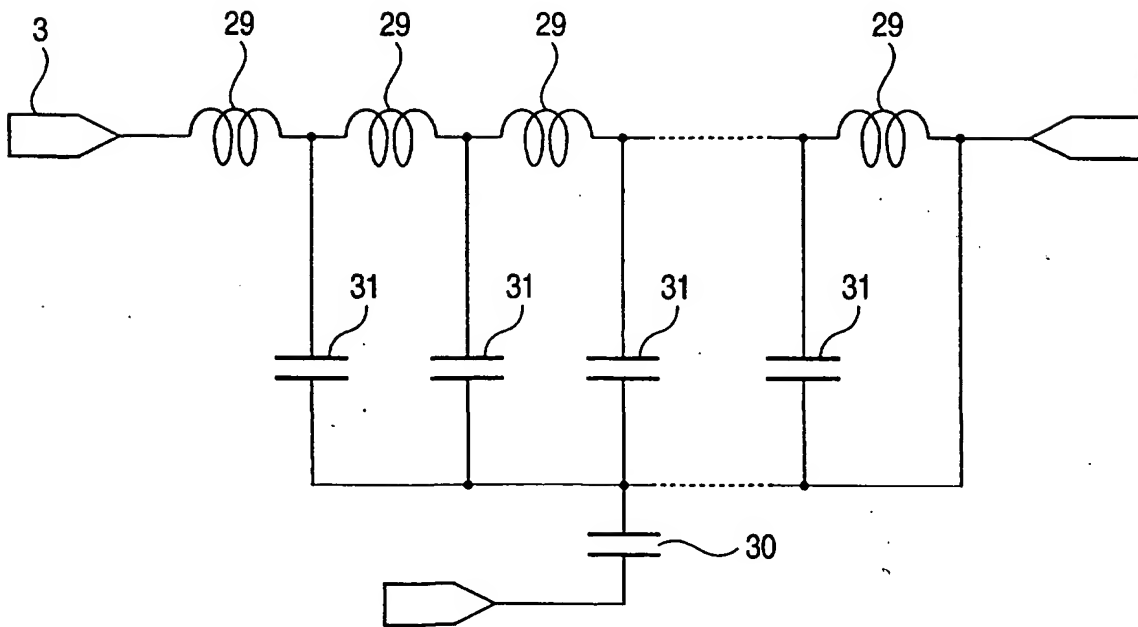


Fig. 27

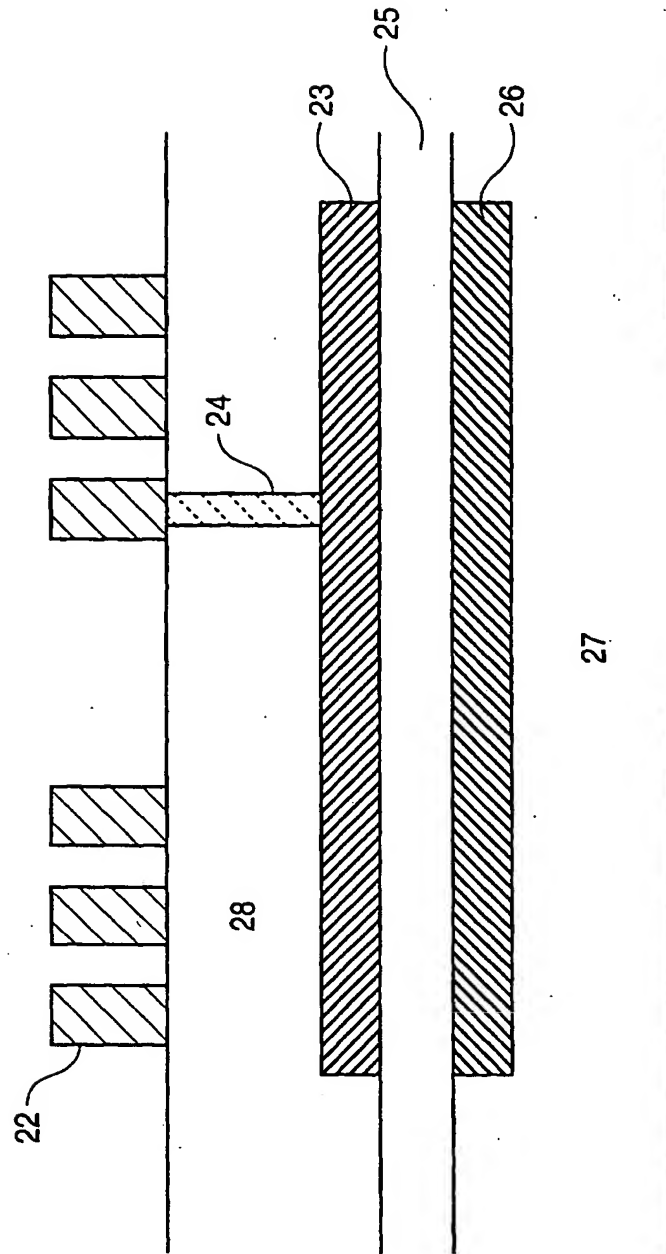


Fig. 29